

広域地下水流動モデルと地下水流動・地盤変形連成モデルの連結解析による関東平野中北部の地盤沈下シミュレーション

Simulating land subsidence in the northern Kanto Plain by coupled groundwater flow/land subsidence model with nested grid scheme

愛知 正温 [1]; 徳永 朋祥 [2]

Masaatsu Aichi[1]; Tomochika Tokunaga[2]

[1] 東大・工・地球システム工; [2] 東大・新領域・環境システム学

[1] Dept. Geosystem Eng., Univ. Tokyo; [2] Dept. Environment Systems, Univ. Tokyo

栃木・茨城・埼玉の三県が接している関東平野中北部における近年の地下水ポテンシャルは、季節的な変動をのぞくと一定かやや上昇傾向にある。一方で、一部地域では地盤沈下の進行がまだ観測されている。特に、春から夏にかけての地下水ポテンシャル低下期に地盤沈下が進行し、秋から冬にかけての地下水ポテンシャル上昇期に地盤がわずかに膨張することが観測されており、季節的な地下水ポテンシャル変動によって地盤沈下が進行していることが示唆される。

ここでは、以下のように二つの仮説に基づいてモデルを構築し、現象の再現を試みた。まず、地下水ポテンシャル低下期の地盤沈下量が地下水ポテンシャル上昇期の地盤膨張量に比べて大きいのは、泥質層が圧密降伏応力以上の有効応力を受けると塑性変形を生じることに起因すると想定した。また、地下水ポテンシャルが同じ範囲を繰り返し変動するのに伴って塑性変形を生じるのは、泥質層の透水性が低いことにより、短期的には、泥質層内の地下水ポテンシャル変動は帯水層中の変動と異なっており、圧密降伏応力が帯水層の最低地下水ポテンシャルに対応する値まで増大しないためと想定した。以上を踏まえ、泥質層の変形特性について土の一般的な変形モデルである Cam-clay モデルを採用し、泥質層の鉛直方向空間解像度を向上させた地下水流動・地盤変形連成解析を行うこととした。しかし、当地域の帯水層は関東平野の広域にわたって連続していると考えられており、関東平野中北部のみを対象としたモデルでは境界条件を適切に設定することが難しい。一方で関東平野全体を対象に空間解像度を向上させた地下水流動・地盤変形連成解析を行うことは計算負荷の観点から現実的ではない。また地盤沈下の発生領域は平野全体から見れば一部であり、平野全体に対して高解像度の地下水流動・地盤変形連成解析を行う必要性も低い。そこで、本研究では関東平野を対象とした広域地下水流動モデルと、関東平野中北部地域を対象とした地下水流動・地盤変形連成モデルを連結したモデルを用い、泥質層内の間隙水圧・変形挙動に関する解像度を向上させた地盤沈下再現解析を実施した。

解析の結果、観測水位と調和的な帯水層地下水位変動が再現され、また、それに伴って水準測量結果と調和的な地盤沈下が発生することが示された。この結果から、本地域の季節的な地下水位変動にともなう地盤沈下は、主に泥質層の変形特性および水理特性のために発生していると示唆された。この理解に基づけば、季節的な地下水位変動に伴う地盤沈下は粘土層の分布する地域では普遍的に起こりうるものであり、地盤沈下防止の観点からは、年間揚水量の管理による経年的な地下水位変動の管理だけでなく、季節的な地下水利用にともなう地下水位変動についても検討を要すると考えられる。一方、このモデルの結果によれば、いずれ泥質層中の圧密降伏応力は季節変動の最低地下水ポテンシャルに対応する値となるため、季節的な変動にともなう地盤沈下は長期的には沈静化するものと予想される。