

都市化した扇状地における鉛直動水勾配マッピング：豊平川扇状地を例として Regional mapping of vertical hydraulic gradient in urbanized alluvial fan: the case study of the Toyohira alluvial fan

阪田 義隆^{1*}, 池田 隆司¹
Yoshitaka Sakata^{1*}, Ryuji Ikeda¹

¹ 北海道大学大学院理学研究院

¹ Faculty of Science, Hokkaido University

1. はじめに

扇状地は、地形や水文、水理地質など様々な要因によって三次元地下水流動が形成される典型的なフィールドである。日本や世界各地にしばしば見られるように、扇状地の地下水流動系は、過剰な地下水揚水や地下構造物によってより複雑となる。こうした三次元地下水流動系の実態を理解するうえで、面的な鉛直方向の地下水流の情報は水平流に劣らず重要である。本研究の目的は、地下水面標高 (GTE) に対する鉛直動水勾配 (VHG) のマッピングによる、準三次元的アプローチを提案することである。

2. 方法

研究サイトは、北海道札幌市の豊平川扇状地である。1,000以上の井戸データを公的・民間機関から収集している。最初に、観測時期の違いによる不確実性に対して、データのフィルタリングを行っている。1970年代からの30箇所の観測井の年平均水位の変動及び日平均水位のボックスプロットを作成するとともに、ノンパラメトリック手法によるトレンド解析が行われる。次いで、1988年以降で抽出した井戸データを、深度20mを境に浅井戸(216個)、深井戸(203個)に区分し、地球統計学的内挿ツールを備える地理情報システムに入力する。地下水面標高のマッピングは、浅井戸の水位のみを用い、地形によるドリフト成分と残差成分のクリギング推定により行う。各深井戸の鉛直動水勾配を井戸の観測水位とその地点での推定地下水面とで計算し、近傍移動クリギングにより鉛直動水勾配マップを作成する。鉛直動水勾配の計算は深井戸の観測水位がどのスクリーン深度を用いるかがしばしば問題となる。本研究では、井戸スクリーンの最浅部、中間部、最深部それぞれの値でマッピングし、交差検証法に基づき統計的に最も妥当なマップを選定する。

3. 結果と討議

年平均した地下水位変動は1988年以前での地下鉄工事による水位低下を示すが、それ以降では日平均水位は統計的に1m以内の変動にとどまる。1988年以降でも扇端部では地下水利用の変化を示す正のトレンド、扇頂部では地下水貯留量の減少を示す負のトレンドがそれぞれ見られる。地下水面標高は地形と調和的だが、河川に沿った伏没涵養を示すマウンドが現れる。また市街地の地下水面は、地下鉄工事以前に比べて約5m低くなっている。交差検証法によれば、最深部のスクリーン深度で作成した鉛直動水勾配マップが統計的に最も妥当である。その鉛直動水勾配マップによれば、地下水面に対して鉛直下方に浸透する地下水流が扇状地全体を支配しており、地形毎に基盤の急傾斜(扇頂部)、河川の伏没涵養(扇中部)、都市化の影響(扇端部)を反映すると解釈される。

キーワード: センジョウチ, チカスイ, トレンドカイセキ, クリギング, ドウスイコウバイ, トシカ

Keywords: alluvial fan, groundwater, trend analysis, kriging, hydraulic gradient, urbanization