

地質関連データの空間的相関の考慮でわかる地殻の物性と構造

小池 克明*

Various crustal properties and structures clarified by consideration of spatial correlation of geologic data

Katsuaki Koike*

* 京都大学工学研究科 都市社会工学専攻地球資源学講座 Chair of Earth Resource Sciences, Department of Urban Management, Graduate School of Engineering, Kyoto University. E-mail: koike.katsuaki.5x@kyoto-u.ac.jp

和文要旨

地質関連データの空間的相関構造はバリオグラムによってモデル化でき、それを空間推定で利用することの有効性を5つのケーススタディによって実証する。1つめはデータ数が限られた海底熱水噴出域での応用であり、金属濃度データのバリオグラムを機械学習に組み込んだ Neural Kriging (NK) により、データの分布を大きく超えた範囲での高濃度部の形態を明らかにし、その支配要因も把握できた。2つめは温度検層データのバリオグラムを組み込んだ NK の応用であり、キュリー点深度や温泉の化学成分など多種の地殻情報も加えることで、深部までの地温分布を日本全域にわたって明らかにでき、超臨界地熱資源有望地の推定に繋がった。3つめは試錐調査による亀裂データの密度と方位に関するバリオグラムを利用した3次元亀裂分布モデリングであり、地熱フィールドにおいて亀裂密集部が高温域と対応し、地熱流体の主要経路を概ね特定できるようになった。4つめは差分干渉 SAR 処理による疎らな変位データのバリオグラムを用いて、対象領域全体での地形変化を明らかにできた例であり、変化パターンから地熱貯留層の圧力変化、および熱源の位置と大きさなどを推定できるようになった。さらに5つめでは透水量係数データのバリオグラムを応用し、複数の観測井での水頭と汚染物質濃度データの逆解析により、透水量係数分布、初期汚染分布、地下水流動に伴う汚染分布の時間的変化を推定できた。このようにバリオグラムを考慮することで、鉱物・地熱資源や地質環境などの諸分野に貢献できる地殻の物性と構造の空間モデルが得られる。

English Abstract

Spatial correlation structure of geologic data can be modeled by variogram, and effectiveness of geostatistical applications using variogram is demonstrated through five case studies. They are (1) Neural Kriging (NK) by a combination of deep neural network and variogram of metal content data of drilling cores for a seafloor hydrothermal area with extremely sparse data, (2) NK using variogram of well-logging temperature data and multiple crustal information such as the Curie point depth, (3) 3D fracture modeling using variograms of fracture density and orientation (strike and dip) data by drillholes, (4) application of variogram of displacement data through differential interferometric SAR (D-InSAR) and kriging to reveal topographic change pattern over the whole study field, and (5) joint clarification of permeability and contaminant plume distribution using variogram of transmissivity data. The constructed crustal property and structure models can contribute to various subjects in mineral and geothermal resources and geo-environment.