

主論文審査の要旨

《本文》

本論文は、地下水資源保全のための基礎的研究として、長期間にわたる地下水位観測データを用い、降水量や地震と地下水位との関連などに関する一連の成果を纏めたものであり、緒論と結論を除く4つの章から構成されている。

第1章では、研究の背景と目的、本論文に関連する地下水を対象とした空間分布モデリング研究のレビュー、研究対象、本研究のオリジナリティなどを述べた。

第2章では、離散的に分布する地下水位データを補間するための手法について検討し、地形と地下水位との相関性を考慮した多変量の地球統計学によれば、データがない領域での水位を高精度で推定できることを明らかにした。これを九州全域での水位データに適用したところ、水位の急変部は地質分布境界や活断層の位置と重なる部分が多く、本手法の有効性が確かめられた。

第3章では、熊本市域における1979～2007年の29年間の地下水位データを用い、その空間分布モデリングに前章の多変量地球統計学を適用したところ、浅層と深層地下水の水位分布の特徴は類似しており、不透水層の局所的な欠如によって浅層と深層の帯水層とが連続している部分が多いと解釈できた。また、降水量とは無関係に年間平均水位の分布傾向は同じであることも明らかにできた。さらに、砥川溶岩の分布域では降水量と水位変化との関係は降水量の大小に関わりなく滑らかで、対象期間を通してほぼ一定であったが、その分布域外ではこれらの関係は降水量によって大きく変化した。この現象は砥川溶岩の透水性が高いことで説明できた。

第4章では、前章よりも測定時間間隔が短い2000～2009年まで10年間の水位データを用い、地震が水位に及ぼす影響について、データ解析、および地層空隙内の流体圧と地殻歪みとの関係に関する弾性論によって検討した。対象期間において熊本市域周辺で生じた大きな4つの地震、すなわち日奈久断層上に位置する2000年6月の地震(M4.8)、2001年3月の芸予地震(M6.7)、2005年3月の福岡県西方沖地震(M7.0)、および2008年5月の四川地震(M8.0)を解析の対象とし、これらの地震発生前後の1時間以内での地下水位の変動量を明らかにした。変動量の空間パターンは、震源までの距離や地震の伝播方向が異なるにもかかわらず、四川地震以外の3つの地震でほぼ同じ傾向であった。詳細には震源距離が近いほど砥川溶岩分布域と金峰山付近で深層地下水の圧力が増加し、逆に浅層地下水では圧力が低下するという特徴を見出せた。これは金峰山が不透水性境界として機能していること、および深層からの圧力伝播が浅層の帯水層での亀裂や水みちを形成するためと解釈できた。さらに、震源距離が2,500 kmの四川地震でも地下水位の変化が見られ、上記とは変化量は小さいものの大局的な傾向は調和的であった。このような遠方地震に対しては砥川溶岩の影響が増加し、溶岩層が厚いほど地震に伴う地下水の圧力変化が大きいことも明らかにできた。

第5章では、各地下水位観測井における降水量と地下水位との時間的応答や相関性の強

弱，およびダルシー則に基づき，重要な水理物性である透水係数の算定法について提案した。透水係数の直交異方性を仮定し，垂直方向と水平方向のそれぞれに対して透水係数の広域的分布を求めたところ，これらの方向での平均的な値の相違，および透水係数の空間的な不均質構造を明らかにでき，白川に沿って相対的に透水性の高いゾーンが連続するなど，水理地質構造に関する新たな知見が得られた。

第6章の結論は，各章で得られた成果を総括した。

以上，本論文は，地形と地下水位との相関性を考慮した地球統計学的手法により，降水量が異なる時期の地下水位を広域的に明らかにしたとともに，規模や震源距離が異なる複数の地震と地下水位との応答関係によって，浅部・深部帯水層の地下水位変動メカニズムを初めて解釈できたという独創的，特色ある研究であり，学術的に十分価値あるものと認められる。各章の内容は地球科学・工学に関する国際誌への査読付き論文1編と査読付き国際会議論文5編などに掲載され，そのうち1編は国際会議 Best Paper Award を受賞するなど高く評価されている。これらの他に国際誌への論文1編も投稿直前である。したがって，本審査委員会は，本論文が学位を授与するに十分な内容を有していると判断した。

審査委員	複合新領域科学専攻複合新領域科学講座担当教授	嶋田 純
審査委員	複合新領域科学専攻複合新領域科学講座担当准教授	森村 茂
審査委員	京都大学大学院工学研究科都市社会工学専攻	地殻環境工学講座担当教授
小池 克明		
審査委員	複合新領域科学専攻複合新領域科学講座担当教授	滝尾 進