

氏名	川 西 博 かわにしひろし
学位の種類	理 学 博 士
学位記番号	論 理 博 第 453 号
学位授与の日付	昭 和 49 年 1 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	Study of the water balance in unsaturated moist zone of the soil as related to the fluctuations of the ground water table (土壌水分不飽和層の水収支と地下水位変化との関係)
論文調査委員	(主 査) 教 授 奥 田 節 夫 教 授 山 元 龍 三 郎 教 授 國 司 秀 明

論 文 内 容 の 要 旨

土壌の水分不飽和層は、地表面と地下水面の間にはさまれた領域で、土粒子とその間隙内の水、空気とが混在している。

地表面を通しての水分の供給または放出は、降水の滲透または蒸発散によって行われ、地下水面を通しての飽和層との水分の授受は地下水面の昇降をもたらす。

飽和層での水分移動は比較的簡単な所謂 Darcy 則によって表現できるが、不飽和層での水分移動は重力、毛管力、拡散現象の影響を受けるために理論的解析が困難であり、定量的な観測も充分には行われていなかった。

申請論文は長期間の連続観測とその成果の解析によって、不飽和層における含水量の変化と水分の鉛直輸送量および浅層地下水位の変動との定量的関連性を明らかにしたものである。

現地観測は大分大学構内の草でおおわれた浅い地下水存在地域（地下水面が地表から 50~60 cm ぐらいの深さにある）で1年間通して行なわれた。

地表面を通しての水分の輸送量は熱収支法によったが、この方法の信頼性は別に乱流相関法によってチェックされている。またとくに測定が困難な土壌の含水量については、申請者が工夫改善した加熱型の熱伝導率計を利用して、連続的な含水量の鉛直分布の記録に成功している。

このような方法で観測した結果を整理、解析してつぎのような事実が明らかにされた。

(1). さまざまな水文条件に対応した含水量分布および地下水位が正確に測定され、含水量および地下水位の日変化、季節変化の機構が定量的に説明され、とくに植物の根系の存在域の特殊な含水量変化と浅層地下水位の関連が明らかにされた。

(2). 実測で求められた地下水位上昇に必要な最小限の降水量と土湿ポテンシャルの分布から求めた地下水位上昇開始までに必要な水分量とが一致することを示した。

(3). 地下水位の単位長の昇降に必要な水分の供給または放出量すなわち貯溜係数の物理的意義を検討し、

この値が平均的には等ポテンシャルの状態にあるときの含水量の鉛直勾配と地下水面までの深さの積で表わされることを実測によって確めた。

また降水時または乾燥時には含水量分布が等ポテンシャルの状態からへだたるために貯溜係数がかかなり異なり、観測地では降水時 0.06 位、乾燥時には 0.22 位で降水時の値が小さいことを半定量的に説明した。

(4). 不飽和層内の土湿ポテンシャルの変化を表現する熱伝導型の微分方程式を、地表面における水分のフラックスが正弦型に変化する境界条件のもとに解き、地下水面では圧力が大気圧に等しいことを利用して、地下水面の位置および地下水面における水分のフラックスの変化を算定し、その振幅および位相の遅れが実測値に近いことを確めた。

これによって不飽和層内の水分の移動を熱伝導型の方程式で表現し、適当な物理的係数を用いれば地下水位の昇降が予測できることが示された。

参考論文は 5 編でそのうち 2 編は観測の手法に関するものであって、土壤の熱伝導率を測定する方法の開発工夫と、地表面での熱収支を乱流相関法を用いて測定する方法が説明されている。

ほかの 3 編は降雨、気圧変化の浅層地下水位に及ぼす影響および草地の蒸発散量に関するものであるが、いずれも主論文の内容の進展と研究手法の妥当性を支持するものである。

論文審査の結果の要旨

土壤の水分不飽和層内の水分移動を地表面における水分の供給、放出および地下水面の昇降と関連させて定量的に論じることは、地下水文学の基礎的問題として興味あるのみでなく、豪雨時の急激な地下水位上昇、早ばつ時の長期間の地下水位低下などの異常現象の解明に関連して重要な意義を有する。

しかしながら不飽和層は土粒子、水、空気で構成され、水分の移動は重力、毛管力、拡散現象に影響されるために理論的なり扱いが困難である。

また地表面を通しての水収支と土壤水分分布との関連も、物理的に意義のある精度をもって、連続的に観測することは極めて困難な仕事であり、従来は短期間の断片的な測定しか行われていなかった。

申請者は微気象学の分野で開発されて来た熱収支法によって地表面を通しての水分の輸送量を測定し、さらに土壤中では申請者自身が開発工夫した熱伝導率測定法を利用して含水量の分布の連続的記録に成功した。いわば微気象学と地下水文学の境界領域を対象とする新分野の研究を根気強い現地観測によって推進したと云えよう。

このような現地観測の結果とその解析によってはじめてさまざまな気象条件、植生条件に対応した土壤の含水量分布と水分移動の実態が物理的に明らかにされたが、つぎにその特徴的な成果をまとめて説明する。

まず乾燥期に不飽和層内の含水量が減少して土湿ポテンシャルの分布が平衡状態からずれると、地下水面から水分が上方に輸送されるが、これらの諸量の関係から、とくに夏期の地下水位の日変化の機構が物理的によく説明される。

つぎに降水があると、不飽和帯の水分不足が補われて初めて地下水位の上昇が始まるが、その臨界降雨量が土壤内の現実の含水量分布と等ポテンシャル分布との差から推定されることを示した。

さらに単位長の地下水位の昇降に必要な水分の供給または放出量，すなわち貯溜係数の物理的意義を明らかにし，これが土湿ポテンシャルの平衡分布形に関連の深いことを定量的に実証した。

また降水時の貯溜係数は乾燥時のそれにくらべて小さいことを実測で示し，その理由を半定量的ではあるが説明した。

また不飽和層内の含水量あるいは土湿ポテンシャルの変化が近似的に熱伝導型の微分方程式で表現されることを利用して，地表面における水分のフラックスが sine 型に変化する境界条件に対して解を求め，地下水面における水分のフラックスの変化を計算し，地表面のフラックスに対する振幅の比と位相の遅れを推定した。この推定値は観測によって求めた実測値に近く，計算の前提および各種の係数の値が妥当であることが認められた。

このような解析結果のある部分については，従来とも直観的な推定や，一時的な観測によって想定されていた面もあるが，長期の総合的な計測と定量的考察によって始めてその物理的過程が確証されたものである。

なおこのような手法を適用すれば，さらに深層地下水領域についても，地表面の水収支の状況から深い地下水面までの水分分布や水面の深さの変動を予測することが可能であり，地下水文学に寄与する面が大きい。

さらに提出された参考論文 5 編は主論文の計測法の開発過程や信頼度のチェックあるいは特殊な気象条件，植生の地下水への影響を論じたもので，いずれも申請者の研究の進展方法の着実さと関連分野の学識の豊かさを裏づけるものである。

よって，本論文は理学博士の学位論文として価値あるものと認める。