

氏名(本籍)	やす いけ しん じ 安池慎治(神奈川県)		
学位の種類	博 士 (理 学)		
学位記番号	博 乙 第 1,069 号		
学位授与年月日	平成 7 年 3 月 23 日		
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当		
審査研究科	地 球 科 学 研 究 科		
学位論文題目	Macropore Effect on Infiltration Process and Soil Air Movement (マクロポアの浸透過程と土壌空気の動きに及ぼす効果について)		
主査	筑波大学教授	理学博士	高山 茂 美
副査	筑波大学教授	理学博士	榎 根 勇
副査	筑波大学教授	理学博士	古藤田 一 雄
副査	筑波大学助教授	理学博士	田 中 正

論 文 の 要 旨

本論文は土壌中に発達する大間隙（マクロポア）が降雨の浸透過程に及ぼす影響と、土壌中の間隙空気の挙動に対する影響を調べ、そのメカニズムを解明することを試みたものである。上記の目的のために著者は神奈川県西部の大磯丘陵内に野外観測地点を設置し、降雨浸透に与えるマクロポアの影響を調べた。まず、マクロポアが生成されている草地とマクロポアの無い裸地で同時観測を行い、降雨の浸透速度、浸透量の差異を比較した。その結果、草地では根系の貫入によるマクロポア生成後の土壌中では大雨時の浸透速度がほとんどの事例で裸地より早くなっている観測結果を得た。間隙の量は体積比で3%程度増加し、高水分領域で透水係数が相対的に増大していることが明らかとなった。また、降雨による地温の変動に着目して、移流拡散方程式を用いた独自の解析手法により大雨時の地中の水分フラックス量を推定し、草地における地中の水分フラックスが裸地のその約3倍に達することが明らかとなった。以上の結果からマクロポアが降雨浸透を促進する効果を確認した。

次に不飽和土壌中のマクロポアの効果についても検証するために室内浸透実験を行なった。その結果、不飽和帯中のマクロポアは一貫して空気の流出経路としての役割を果たし、全空気流出総量の20~60%がマクロポアから流出していることが判明した。このようにマクロポアからの空気流出が濡れ前線下方の間隙空気圧の上昇を抑制する働きをしている一方で、マクロポアの無い土壌で間隙空気圧が上昇する場合には地表付近の水分量が局部的に増大し、地表面が湛水することが確認された。この事実はマクロポアが大雨時に土壌の浸透能を相対的に増大させていることを示す。

以上の知見を基にこのメカニズムを一般化する為に空気と水の流れを考慮した気・液2相流の浸透

モデルを用いて数値解析を行なった。室内浸透実験での観測結果が浸透モデル上で再現し得ることを確認した上で、このモデルを関東ローム層に適用し、降雨強度が毎時20～30mmの条件下で、マクロポアの効果が凹形斜面上に顕著なことを確認した。

雨量強度に関係する指標を用いてマクロポアによる影響を考察した際にマクロポアの無い土壤で表面が飽和状態にあり、同時にマクロポアの有る土壤では不飽和の状態にあるという段階がある。この段階ではマクロポアが間隙空気圧の上昇を抑止する効果を有し、地表面の湛水による浸透能の低下を防ぎ、結果として降雨浸透を増大させている。本研究では降雨浸透に果たすこのような効果に対してマクロポアの空気流出効果という新たな考え方を提唱した。

審 査 の 要 旨

マクロポアについての従来の研究では、土壤の浸透能を越える降雨が発生した時に地表面が湛水し、マクロポアを通じて雨水が下方に直接的に流入するというのが降雨浸透に関する一般的なメカニズムとして容認されてきた。本研究では不飽和状況下でマクロポアが空気の流出経路として大きな役割を果たし、その結果、浸透面下方の間隙空気圧の上昇を抑止する効果（マクロポアの空気流出効果）を有することを明らかにした。従ってマクロポアが地表面近傍の土壤水分量の局部的増加を抑止し、最終的に土壤の浸透能を相対的に増加させるという新しい概念を提唱している。マクロポアが不飽和領域においても降雨浸透に有効な役割を演じているという点は新知見である。特に野外で地温の縦断面の変化を詳細に実測した結果を用いて地中の水分フラックス量を独自の推定手法による計算することに成功した。著者の手法により、従来は困難であった水分フラックス量の推定が可能となった。更に本研究では気・液2相の影響を考慮した数値解析手法を用いて、マクロポアの浸透に与える効果を再現した。

本研究で提唱したマクロポアの効果に関するモデルは、従来の概念と今回不飽和領域で得られたマクロポアの空気流出効果という概念を併用することで、より広範な降雨条件に対応できる。著者のモデルにより、マクロポアに関する認識は新たな段階に入るものと予測される。また、マクロポアの形成に植生が関与していることから、この研究の成果は植物による流域の降雨浸透能の保持等に関連する問題に大きく寄与すると考えられる。

浸透過程と土壤空気の移動に及ぼすマクロポアの効果に関して以上の様な視点から行なった著者の研究が新機軸を齎らしたことは高く評価できる。

よって、著者は博士（理学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。