

学位論文審査の結果の要旨

氏名	李 鴻 (リコウ)
審査委員	<p>主 査 北村 義信 ㊟</p> <p>副 査 清水 克之 ㊟</p> <p>副 査 喜多 威知郎 ㊟</p> <p>副 査 深田 三夫 ㊟</p> <p>副 査 猪迫 耕二 ㊟</p>
題目	Study on farmland salinization and its mechanism in the Loess Plateau (黄土高原における農地の塩性化とその発生メカニズムに関する研究)
審査結果の要旨	
<p>本学位論文では、半乾燥地域の農地で問題となる塩類集積に焦点を当て、中国陝西省の黄土高原でこの問題に悩む2地区を対象に調査・試験研究を実施し、その詳細を論じている。まず、灌漑農地である洛恵渠灌区を対象に、土壌化学的分析と安定同位体分析を適用した地下水涵養源と土壤中における水・塩動態、土壌の塩性化を防ぐための方策について論じた。次いで、降雨依存農地である子洲県の曹峯 (Caomao) チェックダム農地*を対象に、地下水変動の長期モニタリングおよび土性分析と土壌化学分析に基づき土壌の塩性化について論じている。</p> <p>洛恵渠灌区洛東区 (32,000ha) においては、水・塩の源とその動態について、化学特性 (Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+, K^+, Cl^-, SO_4^{2-}, NO_3^-, HCO_3^-) と安定同位体 ($\delta^{18}\text{O}$, $\delta^2\text{H}$) の関連性の解明に焦点を当てて研究を行った。主な研究成果は以下の通りである。</p> <p>(1) 対象地域の天水および洛河の河川水の安定同位体 ($\delta^{18}\text{O}$ と $\delta^2\text{H}$) の関係式である天水線 (LMWL) と河水線 (LRWL) を求めた。夏季の地下水涵養源は主に地下水位によって決まる。地下水位 (地表面からの垂直距離) が 3 m 以下と高い場合、地下水涵養源は主に雨水であり、^{18}O と ^2H の安定同位体を多く含むのは蒸発の影響と考えられる。地下水位が 3 m 以上と深い場合には、洛河から取水した灌漑水が主な地下水涵養源である。冬季の地下水涵養源は主に河成段丘の存在によって決まる。低位・中位段丘では、地下水涵養源は主に洛河の水であり、高位段丘では主に同位体減損の進んだ深い地下水である。対象地域の地下水の安定同位体は、雨水や河川水などの涵養源と蒸発の影響により、明瞭な季節変動特性を有する。水収支と物質収支に基づき、地下水中に占める洛河の水と雨水の割合を試算した。</p> <p>(2) 対象地域の地下水の化学形態は、比較的単純で主に $\text{Cl}^- \cdot \text{SO}_4^{2-} - \text{Na}^+$、次いで $\text{Cl}^- \cdot \text{SO}_4^{2-} - \text{Na}^+ \cdot \text{Mg}^{2+}$ である。また、地下水中の塩は深部 (地下水面から 15m 以下) の地下水に由来し、それは地表面から 40-50m 深付近に存在する可溶性塩類の集積層によることを明らかにした。さらに、地下水面から 15 m 以深の地下水の化学特性と安定同位体 ($\delta^{18}\text{O}$ と $\delta^2\text{H}$) の特徴を用いて、深層地下水の $\delta^{18}\text{O}$ と $\delta^2\text{H}$ の関係式である深層地下水線 (DGWL) を求めた。加えて、2つの安定同位体の分離モデルに LMWL と LRWL を結合させて、各井戸の地下水の涵養源の割合を算定した。</p> <p>(3) 土壌水の化学特性と安定同位体 ($\delta^{18}\text{O}$ と $\delta^2\text{H}$) の特徴から、地表面から 1 m 以浅の土壌水の安定同位体は蒸発効果により濃縮されていること、5 m 深までの浅い層では、土壌水の塩類は一時的に 1、</p>	

2 m周辺に留まることが分かった。一方、3 m以浅の土壤水は、降水と洛河の水で構成され、塩類は洛河の水（灌漑水）に由来し、浸透を通して集積したものである。しかしながら、3 m以深の土壤水は地下水と洛河の水からなり、塩類の源は主に毛管上昇した地下水である。5 m以深では、土壤水の塩類は一時的に2、3、4 m付近に留まる。土壤水の塩類は灌漑水に起因しており、長年にわたる灌漑の実施が土壤の塩性化の原因である。3 m以深の土壤水の起源は、洛河の水だけである。2つの安定同位体の混合モデルにより、土壤水の涵養源の割合を算定した。

曹峯チェックダム（36ha）においては、ダム農地の塩類集積状況と地下水位変動特性を分析し、以下の知見を得ている。

(1)ダム農地上流部（堤体から1.6 km上流）では、塩類集積が起これ、土壤の塩類濃度は3月と比較して6月に、6月と比較して9月に高くなる傾向がみられた。

(2)ダム農地における塩類集積の発生は、ダム農地の原地盤標高に起因するダム農地上流域での高い地下水位（1～2 m程度）と、4月から9月頃の高い蒸発散能による毛管上昇が主な要因である。

(3)ダム農地の地下水位上昇の主要因が、ダム農地側面の山腹斜面からの表面流出の浸透および中間流出であるため、地下水位を下げる対策としてダム農地周囲への承水路設置が有効と考えられる。

(4)地下水位は冬季に排水路周辺土壤の凍結に伴って上昇し、春季に凍結土壤の融解によって生ずる過湿状態が塩類化の一因となり得るので、冬季の地下水位上昇を抑制する対策が必要である。

一連の調査・試験研究により、黄土高原における灌漑農地および降雨依存農地の塩性化とその発生メカニズムについて明らかにしている。

本研究は、黄土高原における農地土壤の塩性化と発生メカニズムを解明しており、土壤塩性化の防止と適正な水資源管理に向けての科学的礎となり得る優れたものであると認められた。以上のことから、本審査委員会は、本論文を学位論文として十分価値があるものと判定した。

注) *チェックダム農地：チェックダム(砂防ダム)の上流側に形成され、農業利用される平坦な土地。