

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 24 日現在

機関番号：15101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25450360

研究課題名(和文) 中国・黄土高原における天水農地の塩類集積とそのメカニズムの解明

研究課題名(英文) Soil salinization and its mechanism on check-dam farmland in Loess Plateau, China

研究代表者

清水 克之 (Shimizu, Katsuyuki)

鳥取大学・農学部・准教授

研究者番号：10414476

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：中国黄土高原のチェックダム農地(以下、農地)における塩類集積の実態およびその機構解明に取り組んだ。成果は以下のように要約される。

(1)塩類集積農地では、塩類集積が発生しない農地よりも地下水位が年間を通して高く維持される。(2)対象農地において塩害が下流に進行したことが確認された。排水路の水位上昇による農地の地下水位上昇が要因として考えられる。(3)同一流域内の農地を対象にした塩害実態調査の結果、塩類集積の発生場所は農地により異なることがわかった。いずれの農地においても排水のECが約2dS/mと高く、農地の造成過程において、上流からの流出土砂に含まれる塩類が水の蒸発で濃縮されることが示唆された。

研究成果の概要(英文)：A study on actual condition and the mechanism of soil salinization on check-dam farmland in Loess Plateau was conducted. the output of the research are summarized as below;(1)the groundwater level of the salinized farmland is higher than that of non-salinized farmland through a year. (2)soil salinization has promoted to the downstream in the farmland because of increase of groundwater level of the farmland by high groundwater level of the drainage canal in the farmland.(3)Based on the investigation on soil salinization on other check-dam farmlands in the same basin, it was clarified that soil salinization occurred at different places in the check-dam farmlands. EC of drainage water is high as 2 dS/m and it suggested that concentration of salt that contains runoff sedimentation has increased because of evaporation of water.

研究分野：農地水文

キーワード：塩類集積 チェックダム 半乾燥地 天水農地 地下水位

1. 研究開始当初の背景

(1) チェックダム 中国・黄土高原は水食の被害が深刻な地域であり、水食の60%以上がガリから発生している。このガリにおける水食を防止する対策としてチェックダムシステムがある。このシステムは砂防の役割を果たしており、ガリから発生した土砂が堆積すると上流に新たにチェックダムを建設する。このチェックダムシステムでは、建設初期の段階では、砂防や洪水防止を目的として利用される。建設後期の段階では、土砂の堆積により形成された平坦な土地を農地として利用している。その後、さらに上流側にチェックダムを建設し、チェックダムシステムが形成される。そして、ダム建設後20~30年間に形成された土砂堆積地は農地利用される(以後、ダム農地)。しかし、塩害が発生しているダム農地が存在し問題になっている。

(2) 既往の研究のレビュー 李ら(2012)によると、中国・陝西省子洲県の曹埠(Cao Mao)ダム農地における塩害はダム堤体から上流側1.6 km地点の流入排水路より上流側で発生しており、塩害による耕作放棄が確認された。そして発生した主な原因が、流入排水路周辺の土壌凍結による地下水位の上昇であることが明らかとなっている。しかし、2014年度調査により、流入排水路より下流側においても耕作放棄が確認されている。

2. 研究の目的

本研究では、耕作放棄の流入排水路下流側への拡大と塩害との関係を明らかにすることを目的として、塩害発生状況を調査し、その原因について考察した。

3. 研究の方法

(1) 調査対象地の概要 中国・子洲県の年平均気温は9.3℃、年平均降水量は428 mm、年平均蒸発散量は1,315 mmであり、半乾燥地域に属している。農地面積は36 haであり、天水農業によりトウモロコシやヒマワリが栽培されている。調査対象地である曹埠ダム農地の概要を図1に示す。

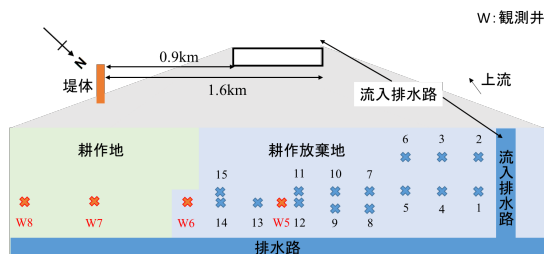


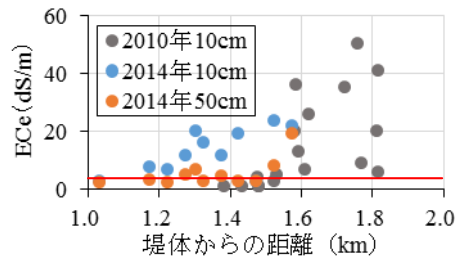
図1 対象ダム農地概要及び調査地点概要 (数字1~15は地表10cm, 50cm深の土壌採取地点, W5~8は地下水位観測地点)

(2) 調査概要及び分析方法 塩類集積の発生状況と下流への塩害の進行度合を把握す

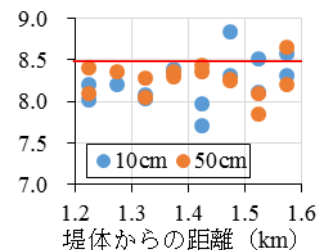
るため、堤体上流0.9 kmから1.6 kmの範囲で、15地点の表層土壌(10 cm)と深層土壌(50 cm)、3地点の観測井(W5, W6, W7)でそれぞれ地表から260 cmの範囲内で20 cm深ごとに土壌を採取した(図1)。土壌の化学的特性を調べるため、土壌の飽和抽出溶液から電気伝導度(ECe), pHeを測定した。また、Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺を測定し、SAReを算出した。物理的特性を調べるため粒度分析(JIS A 1204)を行った。さらに、地下水位の空間分布を明らかにするため、掘削した観測井(W5, W6, W7, W8)において地下水位観測を行った。

4. 研究成果

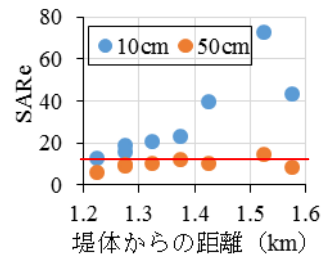
(1) 塩害の進行状況 土壌の化学的特性の測定結果を図2(a)~(c)に示す。なお、図中の赤線は塩類指標の基準値を表す。2010年9月の表層土壌と2014年9月の表層土壌と深層土壌のECeの測定結果(図2(a))より、ECeの値は2010年の調査時には流入排水路(堤体から1.6 km地点)より上流側では



(a) ECe



(b) pHe



(c) SARe

図2 土壌の化学的特性

表1 塩類土壌の判断基準(USDA,1954)

	正常土壌	塩性土壌	ソーダ質土壌	塩性ソーダ質土壌
ECe (dS/m)	<4	4	<4	4
pHe	<8.5	<8.5	8.5	<8.5
SARe	<13	<13	13	13

塩類指標の基準値である 4 dS/m を超えていた。しかし、2014 年の調査時では堤体から 1.2 km 地点より上流側で 4dS/m を超えていた。このことから塩害が下流側へ進行していることが確認された。また、2014 年 9 月の表層土壌と深層土壌の pHe, SARe の測定結果(図 2 (b),(c)) より、対象ダム農地の土壌は、USDA の判断基準によると塩性ソーダ質土壌である。塩類土壌の判断基準を表 1 に示す。次に、地下水位観測結果を図 3 に示す。2014 年 9 月及び 11 月の調査時に、全ての観測地点の地下水位は 2 m より高く、塩害が発生しやすいとされる水位より高いことが明らかになった。また、粒度分析の結果、流入排水路より下流側の農地に比べて上流側の農地は粒径が大きいたことが分かった。このことから、塩害農地である上流側の土壌では透水性が大きく、降雨により地下水位が上昇しやすい土性であることが示唆される。

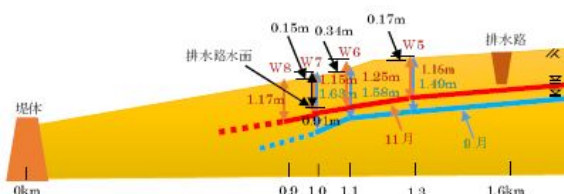


図 3 対象ダム農地の地下水位観測結果

(2) 下流への塩害進行の原因の考察 塩害農地が下流へ進行する原因として、ダム農地を上流から下流へと流れている排水路による影響が考えられる。排水路には塩分濃度の高い水(約 2 dS/m)が流れており、排水路の水位はダム農地の地下水位より約 0.72 m 高いことから、排水路から塩分濃度の高い水が涵養されたため、ダム農地の地下水位が上昇し塩害が進行したと推測される。この高い排水路水位の要因として、土地利用の変化による影響が考えられる。しかし、1990 年 8 月 29 日、2000 年 9 月 1 日、2014 年 7 月 30 日の Landsat 画像 3 枚を用いて NDVI (植生指数)を計算したところ、それぞれ 0.22、0.09、0.31 となり、2014 年にダム上流域の植生が大きく減少しているわけではないことが示された。つまり、対象ダムの上流にあるチェックダム群において、農地が耕作放棄となる等の植生の減少による蒸散量の減少等が上流からの流入量の増加、地下水位上昇を引き起こしているとは考えにくい。対象ダム農地における塩類集積は地下水位が 2 m より高い農地で発生しており、地下水位が 4 m より低かった堤体上流 0.6 km では発生していない。農地の塩類集積には、排水路水位が高いために生じる排水路から農地への排水の浸透が要因の一つであり、排水路水位はここ数年で上昇したのではなく、それ以前から高かったことが考えられる。対象ダム農地における地下水位、ECw、降水量の連続観測結果を図 4 に示す。

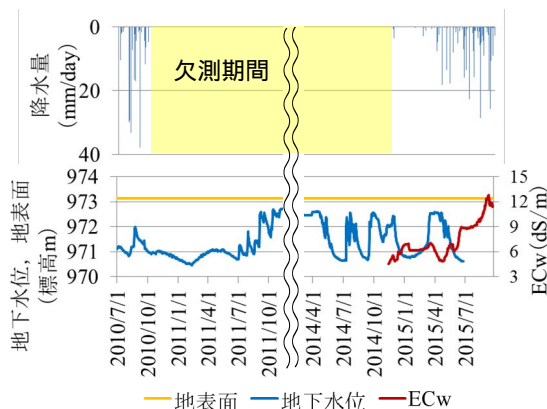


図 4 対象農地の地下水位、ECw、降水量

以上のことより、塩類集積を防ぐためには、ダム農地の地下水位の低下と上流ダムからの高い塩分濃度の排水の流入防止が有効である。

< 引用文献 >

- 李鴻, 清水克之, 北村義信, 東條雅行, チェックダムにおける塩類集積と地下水位変動, 水土の知, 80(2), 2012, pp.7-10
 L.A. Richards, ed. (1954): Diagnosis and improvement of saline and alkali soils, USDA, Agriculture Handbook, No.60, 160p
 Xu X, Zhang H, Zhang O, Development of check-dam systems in gullies on the Loess Plateau, China, Environmental Science & Policy 7, 2014, pp.79-86

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 3 件)

- (1) 清水克之, 時田拓郎, 吉岡有美, 北村義信: 中国・黄土高原チェックダム農地における塩類集積のメカニズムに関する研究, 平成 28 年度農業土木学会講演会, 仙台市青葉区(ホテル法華クラブ仙台・ハーネル仙台), 2016 年 8 月 31 日(予定)
- (2) 清水克之, 今井通子, 吉岡有美, 北村義信: 中国・黄土高原チェックダム農地における塩害の進行に関する研究, 平成 27 年度農業土木学会講演要旨集: 328-329, 岡山市北区(岡山大学津島キャンパス), 2015 年 9 月 1 日
- (3) Katsuyuki Shimizu: Soil salinization and its mechanism in checkdam farmlands in the Loess Plateau, China, JIRCAS International Symposium 2014 -Soil Environment and Crop Production: Toward Stable Crop Production in Developing Regions-, 132-140, Tokyo, Chiyoda-ku (Akihabara Convention

Hall), 2014, Nov. 28th

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

〔その他〕

なし

6. 研究組織

(1)研究代表者

清水 克之 (SHIMIZU, Katsuyuki)

鳥取大学・農学部・准教授

研究者番号：1 0 4 1 4 4 7 6

(2)研究分担者 なし

(3)連携研究者 なし