

エジプト・ナイルデルタ中央部のかんがい水が土壌特性に及ぼす影響 Effect of irrigation water on soil properties in the central Nile Delta, Egypt

○内野里紗*,**・Yasser SALAH ELDIN・Mena ESKANDER*・畑 明彦*・田中治夫***

○Risa UCHINO, Yasser SALAH ELDIN, Mena ESKANDER,

Akihiko HATA and Haruo TANAKA

1. はじめに

エジプト・ナイルデルタでは、ナイル川を水源とするかんがい農業が広く行われているが、水資源の偏在や地下水の併用により、塩類集積が問題となっている。デルタ地帯では約 30～40%の面積が塩類化の影響を受けており、中央部でも塩害リスクが高まりつつある。塩類集積は土壌の化学性や生物性に影響を与え、作物生産性の低下を招く。特に Na、Ca、Mg などの陽イオンの増加、それに伴う電気伝導率(EC)、交換性ナトリウム率(ESP)の上昇を通じて、塩類集積による土壌劣化が進み、土壌健全性の維持が困難になることが懸念される。本研究では、ナイルデルタ中央部の農地における土壌の化学性・生物性と、かんがい水の水質との関係を明らかにし、塩類化の進行状況と土壌健全性への影響を評価することを目的とした。

2. 材料と方法

ナイルデルタ中央部 Kased 地区内農地の 75 地点において、冬作終了後に表層土壌(0-15cm)を採取し、pH、EC、交換性陽イオン(Ca、Mg、Na、K)、陽イオン交換容量(CEC)、全炭素(TC)、全有機炭素(TOC)、全窒素(TN)、微生物バイオマス炭素を測定し、交換性陽イオンから ESP を算出した。併せて、各地点に隣接する水路からかんがい水を採取し、EC 及び Na、Ca、Mg 濃度を分析した。得られたデータを用いて相関分析及び主成分分析を行い、塩類化の要因とその傾向を評価した。

3. 結果と考察

相関分析の結果、Ca、Mg、Na は CEC と正の相関を示し($p < 0.01$)、CEC が高い土壌では養分供給力が高く保たれている傾向にあった。微生物バイオマス炭素は TOC と正の相関($r = 0.778$)を示し、TOC が微生物活性の主要な因子になっていると考えられた。高 EC 条件下($EC > 2 \text{ dS/m}$)においても、この関係は維持されており、塩類ストレス下でも有機物が土壌生物性を支える働きを果たしている可能性がある。一方で、EC、Na、ESP などの塩類ストレス指標と微生物バイオマスの相関は見られず、高 EC 環境下であっても、微生物バイオマス炭素への抑制は認められなかった。

かんがい水中では、Na のモル比が最も高く、Na 優位の化学組成を示していた。このような水質特性を反映して、かんがい水の EC と土壌 EC の間には正の相関($p < 0.01$)が認められ、かんがい水の塩類濃度が土壌への塩負荷の主因となっていた(図 1)。さらに、高 EC 条件下では、かんがい水中の Na 濃度と土壌中の Na 含量の間に正の相関

*株式会社三祐コンサルタンツ, Sanyu Consultants Inc., **東京農工大学大学院連合農学研究科, United Graduate School of Agriculture Science, Tokyo University of Agriculture and Technology, ***東京農工大学大学院農学研究科, Institute of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology

キーワード：農地保全、塩類集積、土壌健全性、かんがい水質

($p < 0.01$)が示され、かんがい水が Na 供給源となり、土壌への蓄積に影響を及ぼしていることが示された。また、Ca 及び Mg についても同様に正の相関($p < 0.01$)が示され、かんがい水の化学組成が土壌の塩基バランスに影響を及ぼしていた。

主成分分析では、pH、EC、CEC、Ca、Mg、Na、ESP の 7 項目を用いて解析を行った。解析の焦点を塩類ストレスに絞るため、有機物関連項目は除外した。その結果、第 1 主成分(PC1)は CEC(0.54)、Ca(0.48)、Mg(0.46)、Na(0.49)に正の寄与を示し、陽イオンの蓄積量に基づく、土壌全体の塩類負荷の強度を示唆する軸であった。PC1 スコアの高い地点では、塩害リスクの高い地点として把握された(図 2)。これらの地点は主に調査地域の下流側に分布しており、上流からの塩類の再分配や滞留が塩性化を引き起こしている可能性が示唆された(図 3)。

一方、第 2 主成分(PC2)は pH(0.55)及び EC(0.53)が正、ESP(-0.56)が負の寄与を示し、塩基性傾向と Na 飽和度との関係を表す軸であった。特に PC2 は、pH や EC が高くても ESP が低い地点を識別できたことから、Na 蓄積により分散性が高まり、透水性の低下を伴う土壌と、それ以外の高 EC 土壌とを区別する指標として有効である可能性がある(図 2)。

4. まとめ

ナイルデルタ中央部では、かんがい水に由来する Na 及び EC の影響により、土壌の塩類集積が進行していた。相関分析及び主成分分析により、塩類蓄積の主因や空間的傾向が明らかとなり、灌漑水質が土壌塩類動態に与える影響を統計的に把握できることが示された。これにより、塩害リスクの評価にも有効であることが確認された。

一方、微生物バイオマスは TOC と強い相関を示したが、塩類指標との関連は限定的であり、高 EC 条件下でも顕著な抑制は確認されなかった。これらの結果は、有機物の維持が塩類ストレス下における土壌健全性の維持に寄与する可能性を示している。今後は灌漑水質の把握を継続し、地域に応じた適切な土壌管理が求められる。

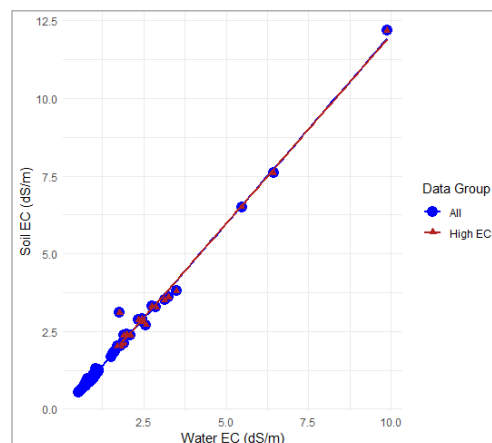


図 1 灌漑水と土壌の EC の関係
Figure 1. Relationship between irrigation water EC and soil EC

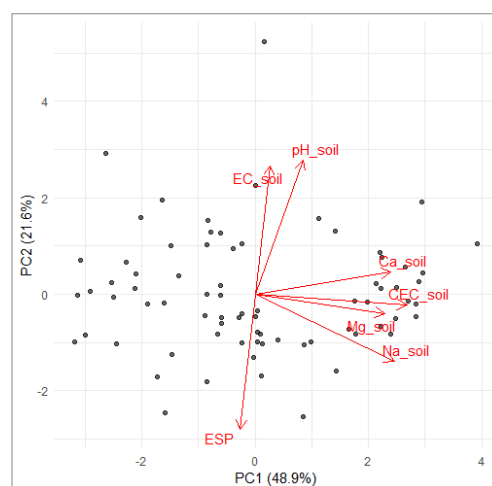


図 2 土壌塩類特性の主成分分析
Figure 2. PCA of soil salinity variables

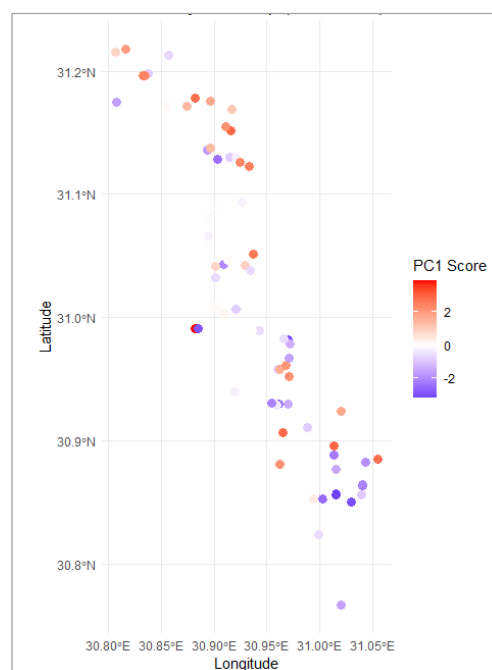


図 3 PC1 スコアの地点別分布
Figure 3. Site-wise distribution of PC1