

中央アジア・シルダリア川下流域における水田圃場の物理化学特性と 節水対策へのアプローチ

水利用学分野 永田 将

キーワード：アラル海流域、粒径分布、透水係数、土壤水分特性、塩類化

1. はじめに

中央アジアのアラル海流域においては、流入河川であるアムダリア川とシルダリア川の両河川沿いにはほぼ 800 万 ha にも達する大規模な灌漑農業が展開されている。この地域では、水資源に制約があるにも関わらず、過剰な灌漑水の取水が行われている。農地では粗雑な水管理によるウォーターロギングやそれに伴って生じる塩害により、生産量に影響が出ている。また農地からの排水によって両河川の中下流の塩類濃度は上昇傾向にある。これらの問題を解決するために、これまで多くの研究により塩類集積のメカニズムが解明され、そのモデル化が行われているが¹⁾、土壌中の水分および塩類移動の大きな要因となる土壌の物理性・化学性に関するデータの蓄積は十分であるとは言い難い。そこで本研究では、水分・塩類移動モデルの精緻化に必要なパラメータとなる土壌の物理・化学特性を明らかにすることを目的とし、現地調査で採取した圃場土壌の分析を行い、考察を加えた。

2. 調査概要

本研究の調査対象地をシルダリア川河口から約 350km 上流に位置するシャマーノフ農場(カザフスタン、クジルオルダ州)とし、**図 1** に示す。この農場では、1,900ha の農地のうち、3 割強の約 600ha が塩害のために放棄されている¹⁾。本研究では農場の中でも比較的新しく造成された灌漑区内の水稻収穫後の圃場(以下、「水田圃場」)を対象とした。ここでは主に水稻作が行われており、数年に一度、小麦およびアルファルファの作付けが行われている。なお、水稻は主として換金、小麦は自家消費を目的として作付けされ、アルファルファは畜産飼料として作付けされる。

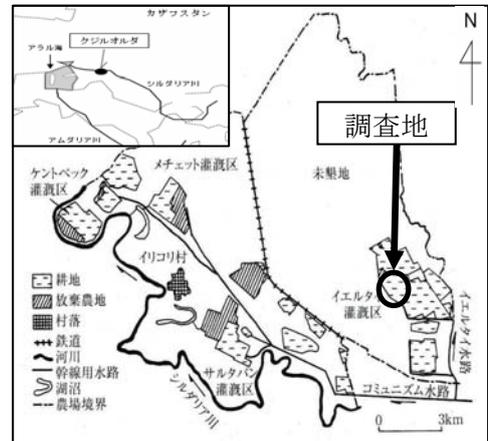


図 1 調査地概要

現地調査において、水田圃場の土をソイルオーガにより、10~20cm 間隔で 200cm 深程度まで採取した。これらの物理性を調べるため、採取土の粒度試験と飽和透水試験を JIS 規格に基づき行った。さらに根群域土壌の水分特性を解明するため、30cm 深の採取土に対して pF 試験を行った。また化学性を調べるため、飽和抽出法によって採取した土壌溶液の分析を行った。測定項目は電気伝導度 (ECe)、pHe、陽イオン、陰イオンである。

3. 結果と考察

まず粒度試験の結果として、粒径分布を**図 2** に示す。国際法における土性の分類によると、全層が粘質な土性(シルト質埴土から重埴土)であることが確認された。

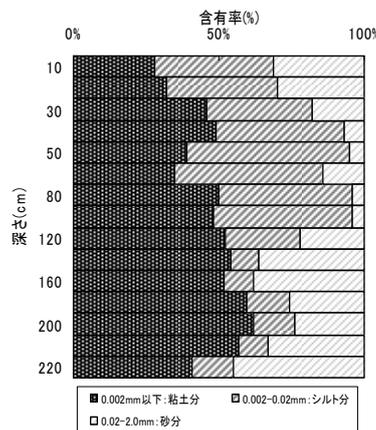


図 2 水田土壌の粒径分布

表 1 水田土壌の透水係数

| 深さ (cm) | 飽和透水係数 (cm/s) |
|---------|----------------------|
| 0-10 | 1.1×10^{-5} |
| 10-20 | |
| 20-30 | 1.2×10^{-5} |
| 30-40 | |
| 40-50 | 4.8×10^{-6} |
| 50-60 | |
| 60-80 | 1.8×10^{-5} |
| 80-100 | |
| 100-120 | |
| 120-140 | 2.7×10^{-6} |
| 140-160 | |
| 160-180 | |
| 180-200 | 4.6×10^{-6} |
| 200-210 | |
| 210-220 | 3.8×10^{-6} |

次に飽和透水試験の結果を表 1 に示す。飽和透水係数はいずれの層においても $10^{-5} \sim 10^{-6}$ cm/s と低い値を示した。これは図 2 が示すように、表層から 120cm 深にかけては粘土分とシルト分に富むため透水係数は小さくなり、120cm 深以下では砂分が多いが粘土分も多いため透水係数は小さくなったと考えられる。このことがこの圃場の透水性を悪化させ、水田のリーチング効果を低下させていると推測される。

次に pF 試験の結果を、砂丘砂およびマサ土の土壤水分特性曲線²⁾と併せて図 3 に示す。水田土壤、マサ土、砂丘砂の有効水分量 (pF1.5~4.2) はそれぞれ、35.3%、13.0%、13.7%であり、調査地の土壤が高い水分保持能力を有していることが伺える。しかし、この圃場が畑地として利用される場合、地下水位が高い位置にあると毛管上昇によってウォーターロギングや塩類集積が進行する恐れがある。このため、適切な水管理により地下水位を適正にコントロールする必要があると考えられる。

最後に、表 2 に水田圃場の水質³⁾として灌漑水と排水の ECw およびナトリウム吸着比 (SARw)、図 4 に水田土壤の化学性として ECe、交換性ナトリウム率 (ESP)、pHe を示す。なお、ESP は USDA が提示している式⁴⁾から算出した。土壤の化学性については、ほぼ全層において ECe の値が、USDA が示す基準値の 4.0 dS/m⁴⁾を超えており、塩類化が進行していることが伺えた。さらに灌漑水の ECw と併せて考えると、FAO による収量と ECe、ECw の関係⁵⁾から、稲の収量は良好な水質の場合に比べて 10%~25%減少していることが考えられる。また、土壤のソーダ質化については、USDA の定める基準では、pHe が 8.5 以上、ESP が 15% 以上の場合ソーダ質土壌であると判断される⁴⁾が、今回の調査ではいずれの値も基準値以下であった。一方、灌漑水の水質については、FAO の定める基準では SARw が 3.0~6.0 の場合、ECw が 0.7 dS/m 以下ならば土壤のソーダ質化が懸念される⁵⁾といわれるが、灌漑水の SARw は 2.8~4.0、ECw は 1.2~1.6 dS/m であった。このことよりソーダ質化が起こる可能性は低いと考えられる。

4. おわりに

今回は灌漑管理のモデル化のための基礎的なデータ構築の一環として、水田圃場の物理性と化学性の調査を行い、圃場の土壤水分保持特性と、土壤の塩類化およびソーダ質化の現状を明らかにした。今後は取水量や灌漑強度および頻度など末端の水管理に関するデータを収集し、灌漑モデルの構築を行いたい。

参考文献

- 1) 北村義信、矢野友久(2000)：中央アジア乾燥地における二次的塩類集積防止のための広域管理研究、地球環境 5 巻 1 号/2 号 (合併号) pp.27~36.
- 2) 猪迫耕二、田熊勝利(2002)：遺伝的アルゴリズムによる土壤水分保持曲線のパラメータの同定、鳥大農研報、55、pp.13~20.
- 3) 中川千紘(2006)：アラル海・シルダリア川流域における水利問題について、平成 17 年度鳥取大学卒業論文
- 4) USDA(1954)：Diagnosis and improvement of Saline and Alkali Soils, Agriculture Handbook, No.60
- 5) FAO (1989)：Water quality for agriculture, FAO Irrigation and Drainage Paper, 29

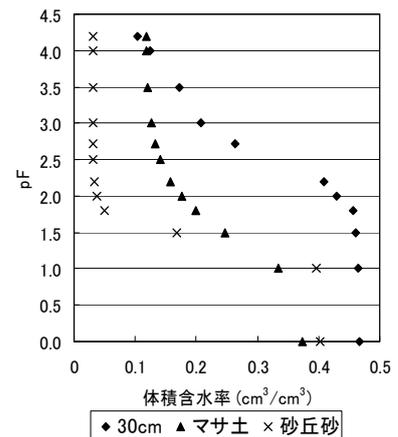


図 3 土壤水分特性曲線

表 2 水田圃場の水質³⁾

| | ECw(dS/m) | SARw |
|-----|-----------|---------|
| 灌漑水 | 1.2~1.7 | 2.9~3.9 |
| 排水 | 3.0~4.0 | 2.3~2.4 |

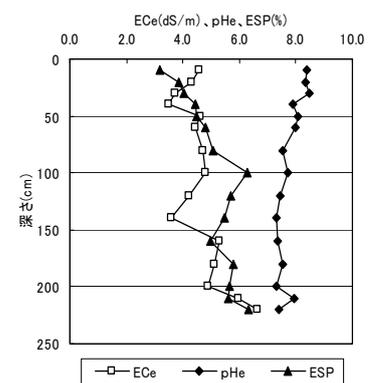


図 4 水田土壤の化学性