

亜熱帯島嶼域の施設栽培圃場における土壌環境と灌漑利用上の留意点 - 沖縄本島南部地下ダム流域を事例として -

Consideration of Irrigation Use and Soil Environment in Greenhouse Culture Farms -Case Study at Irrigation Areas of the Underground Dams in Southern Part of Okinawa Main Island-

○ 中野拓治*, 中村真也*, 仲田雅輝**

NAKANO Takuji*, NAKAMURA Shiya*, NAKADA Masaki**

1. はじめに

沖縄本島南部地域（沖縄県糸満市・八重瀬町）では、国営沖縄本島南部水利事業（1992～2005年）による畑地1,352haへの水資源開発（米須と慶座の2カ所の地下ダム築造）を通じて、地下ダム灌漑水（以下、灌漑水という）を活用した多様な形態の営農が展開され、野菜、花き、果樹等の施設栽培が行われている。一方、施設栽培では、降雨が圃場土壌に直接かからないことや高温になりやすい等の環境条件にあるため、塩類集積に伴う作物の塩分の過剰摂取による生育障害が生じることが報告されている。亜熱帯島嶼域では灌漑事業の進展に伴う灌漑面積の拡大で施設栽培圃場の増加が見込まれることから、沖縄本島南部地下ダム流域を事例として、施設栽培圃場における土壌環境の実態把握と灌漑水の利用上の留意点について検討・考察した。

2. 研究方法

本研究では、野菜、花き、果樹等の施設栽培圃場（15地点）と露地栽培圃場（8地点）を対象に土壌分析調査（分析項目：pH、EC、全窒素（T-N）、有効態リン酸（ P_2O_5 ）、交換性陽イオン（ナトリウム（ Na^+ ）、カリウム（ K^+ ）、マグネシウム（ Mg^{2+} ）、カルシウム（ Ca^{2+} ）、塩化物イオン（ Cl^- ））を行うとともに、営農栽培作物の生育状況情報を収集・整理した。また、灌漑水の水質分析（pH、EC、全窒素、全リン、主要陽イオン（ナトリウム、カリウム、マグネシウム、カルシウム）、塩化物イオン）を通じて灌漑水の水質特性を把握するとともに、EC、カルシウム含有量、ナトリウム吸着比（SAR）、塩基飽和度等の指標を用いて調査圃場における土壌環境と作物生育への関与を検討した。

3. 結果と考察

(1) 施設栽培圃場の土壌環境と作物生育への関与

調査圃場の施設栽培土壌のECは18～140mS/m（平均値：53mS/m）であり、露地栽培土壌のEC値（平均値：38mS/m）に比較して高い値を示した。施設栽培土壌中の塩化物イオンは20～310mg/kg（平均値：91mg/kg）であり、露地栽培土壌（平均値：45mg/kg）に比べて2倍程度高い値を示し、施設栽培圃場のECと塩化物イオンは露地栽培圃場に比較して高い領域に分布していた。施設栽培土壌ではECが100mS/m（イチゴ・インゲンマメ・ニンジンの生育に影響を及ぼすEC値）を超える圃場が存在し、耐塩性の高くない作物への生育影響の可能性が示唆された。施設栽培土壌のSARは、0.33～1.70（平均値：0.6）であり、露地栽培土壌（平均値：0.32）に比べ高い値を示した。施設栽培土壌の塩基飽和度は62～176%（平均値：136%）であり、塩基飽和度とpHには正の相関（相関係数：0.692）が存在し、pHが高いほど塩基飽和度も高い値を示す傾向が確認された。

施設栽培土壌の全窒素は910～3,200mg/kg（平均値：2,004mg/kg）であり、露地栽培土壌（平均値：1,613mg/kg）に比較して2割程度高い値が得られた。施設栽培土壌の有効態リン酸とカリウムは、それぞれ40～1,700mg/kg（平均値：720mg/kg）、90～750mg/kg（平均値：361mg/kg）であり、露地栽培土壌（有効態リン酸：平均値189mg/kg、カリウム：平均値361mg/kg）に比べて有効態リン酸が3.8倍、また、カリウムが1.3倍程度高い値を示した（Fig.1）。このように、施設栽培圃場土壌中の肥料の三元素（窒素、リン、およびカリウム）は露地栽培圃場に比較して多く存在し、窒素、リン、およびカリウムの土壌成分比率は概ね4：0.3：1となっていた。

*琉球大学 University of The Ryukyus, **内閣府沖縄総合事務局 Cabinet Office Okinawa General Bureau

キーワード：地下ダム、灌漑用水、施設栽培圃場、土壌環境、作物生育

調査圃場には、ピーマン・キュウリ・ゴーヤ（果菜）、レタス（葉野菜）、ニンジン（根菜）、インゲン（豆類）の作物が栽培されており、露地栽培圃場では作物の生育障害はほとんど認められない一方で、施設栽培圃場では多くの作物で営農障害が生じていることが確認された。土壌分析結果と営農状況調査から、ナトリウム吸着比、カルシウム含有量、塩基飽和度、全窒素がそれぞれ 0.5 以上、200mg/kg 以上、110%以上、2,000mg/kg 以上の領域の土壌において、作物の生育不良や生育障害が発生している可能性が示唆された。

(2) 灌漑水の水質特性と施設栽培利用上の留意点

灌漑水の pH は 7.3~7.6（平均値：7.4）であり、弱アルカリ性を示した。EC は 80.1~86.0mS/m（平均値：83.4mS/m）であり、作物生育に対する許容限界値（農林省公害研究会：100mS/m）を下回っていることから、灌漑水が浸透圧増加の観点から障害を起こす可能性は低いと考えられた。灌漑水の SAR は 1.5 であり、許容限界値（畑作物の中で許容限界値が小さい柑橘類：3）以下であるため、灌漑水によって土壌のナトリウム化に伴う障害が生じる可能性は低いものと推察された。

灌漑水の全窒素、全リン、およびカリウム（肥料三元素）はそれぞれ 9.5~9.7mg/L（平均値：9.6mg/L）、0.03~0.05mg/L（平均値：0.04mg/L）、6.9~7.0mg/L（平均値：6.9mg/L）であり、窒素が最も高く、カリウムが続き、リンが最も低い値を示した。主要溶存イオンのうち、ナトリウムと塩化物イオンは平均値でそれぞれ 63.2mg/L、92.7mg/L が得られ、カルシウムとマグネシウムに関してはそれぞれ 111.1mg/L、14.3mg/L の濃度水準（平均値）となっていた。既往研究から、ナトリウムと塩化物イオンは主として海水由来、マグネシウムは海塩や営農・生活活動、また、カルシウムは琉球石灰岩の溶解が関与することで、これらの作物生育に必要な元素が多く含まれていることが確認されている。

灌漑水には、肥料三元素や作物生育に必要な元素が溶存しており、灌水による施肥効果を期待できるものと考えられる。その一方で、灌漑水には作物生育に必要な元素が多く含まれていることから、過量施肥にならないようにする工夫が必要である。施設栽培圃場においては、塩類集積や栄養塩の過剰蓄積が起り易い環境条件になっており、灌漑用水に含まれる塩類成分と肥料由来の塩類集積や栄養塩の過剰蓄積等による生育障害が生じている。施設栽培圃場で塩類集積や栄養塩の過剰蓄積等による生育障害に見舞われれば、解消・修復は容易ではないため、予防・防止に向けて対処することが求められる。

施設栽培圃場の塩類集積や栄養塩の過剰蓄積等による生育障害を防ぐためには、きめ細かい圃場レベルの水・土壌管理がきわめて重要である。施設栽培での灌漑水の利用にあたっては、作物の種類や生育ステージに応じて、作物の営農障害が生じないように灌漑や施肥量の管理を適切に行うことが必要である。また、硫酸イオンや塩素イオンの多い肥料を控えて、塩類集積回避型肥料の使用や耐塩性の強い作物（キャベツ、ダイコン、ホウレンソウ、ハクサイ、カブ、セロリなど）の作付けなどの営農上の工夫も考えられる。

4. まとめ

施設栽培圃場における土壌環境と灌漑利用上の留意点を踏まえ、灌漑水の持続可能な水利用を通じて、亜熱帯島嶼域の農業農村振興に寄与することが期待される。

引用文献：中野拓治ら（2015）琉球石灰岩分布地域帯水層水質形成機構の解明について（沖縄県本島南部米須地下ダム流域を対象として）、第 49 回日本水環境学会年会講演要旨集, pp. 419.

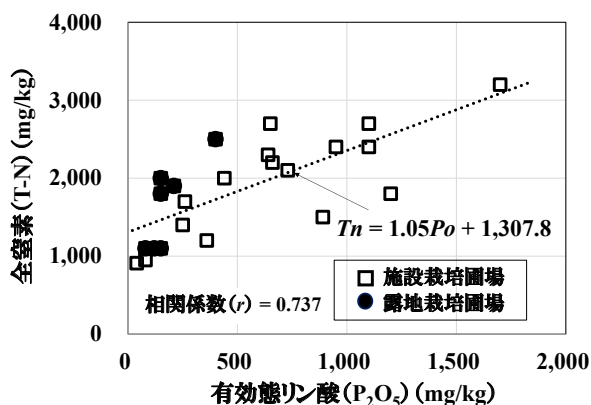


Fig.1 調査圃場の全窒素と有効態リン酸