

## 学 位 論 文 の 要 旨

論文題目 点滴灌水を導入した露地栽培における効率的施肥に関する研究

広島大学大学院生物圏科学研究科

環境循環系制御学専攻

学生番号 D143585

氏 名 渡 邊 修 一

施肥は作物生産に欠かせない活動である。しかし、必要以上に施肥を行うことは、溶脱窒素による水質汚染や農地への過剰リン酸蓄積などの環境負荷の増大につながるため、効率的な施肥が求められている。そこで、本研究では、作物の株元に水と肥料を同時に供給できる点滴灌水に着目し、これにより効率的施肥を達成することを目的とした。点滴灌水を用いた肥培管理を検討する上で、点滴灌水の影響を最も受ける根の生育状況を把握することは重要である。そこで、はじめに、栽培現場で適用可能な「根の簡易調査法」を開発し、露地ナス栽培圃場での根系調査を行った。次に、窒素溶脱による地下水の汚染が問題視されるカンキツ園では「周年マルチ点滴灌水同時施肥法（マルドリ方式）」の導入による窒素施肥量の削減と窒素溶脱に及ぼす影響を調査した。さらに、リン酸肥料の多施用による土壌へのリン酸蓄積が問題視される野菜畑においては、露地ナス栽培圃場を対象に「日射制御型拍動自動灌水装置（拍動灌水）」を用いた点滴灌水の導入によるリン減肥が作物の生育・収量に及ぼす影響とリンの吸収利用に対する影響について調査した。

### 第 1 章 点滴灌水がナスの根分布に及ぼす影響

作物の株元に水と肥料を同時に供給できる点滴灌水栽培では、根の生育状況を把握することは重要である。しかし、畝内の根分布のような根の広がり方を調査することは、従来の掘り取り法では時間と労力がかかるため困難である。そこで、「根の簡易調査法」を開発し、栽培現場での適用性を検証した。この簡易調査法は、土壌断面を形成し、そこに観察される根の本数を計数する手法である。掘り取り法は重量を計測する手法であり、測定の対象とする事象が異なる。しかし、簡易調査法と掘り取り法による調査結果は、相関係数が  $r=0.731$  の正の相関関係にあり、両者の結果は概ね一致することが認められた。また、栽培現場での調査は複数の担当者が行うこともあるため、5名の異なる観察者による測定値のばらつきを調べた。その結果、異なる観察者間においてもおおむね一致する結果が得られることが認められた。このことから、本手法が、現地試験地などの栽培現場で簡便に適用可能な手法と言える。最後に、3箇所の露地ナス栽培圃場の調査事例から、地下水や降雨の影響のある露地栽培においても、点滴灌水による灌水管理を行った際のナスの根は、点滴灌水チューブ敷設位置の直下で多くなることが認められた。

### 第 2 章 カンキツ園における周年マルチ点滴灌水同時施肥による窒素施肥量の削減

環境省が定めた地下水および公共用水域の水質汚濁に係る人の健康保護に関する環境基準の健康項目では、硝酸性窒素および亜硝酸性窒素（以下、硝酸態窒素）の基準値は  $10 \text{ mgN L}^{-1}$  である。硝酸態窒素の汚染原因のひとつである施肥に関する対策としては、都道府県等が定める施肥基準等の土壌管理に関する指導内容の遵守が挙げられている。しかし、硝酸態窒素に関する環境基準超過率は他の調査項目に比べ最も高い状況にある。広島県の島しょ部のカンキツ園が多く分布する流域において施肥由来の高濃度の硝酸態窒素を含む浅層地下水が存在することが報告されているなど、長期にわたる施

肥が地下水に悪影響を及ぼした事例が報告されている。

そこで、広島県島しょ部に位置する温州ミカンの圃場において、マルドリ方式を導入し、栽培期間の前後における土壌中の無機態窒素含量や土壌に埋設したイオン交換樹脂に吸着した硝酸態窒素量を調査することにより、マルドリ方式が窒素溶脱に及ぼす影響を調査した。

現地施肥基準をもとに窒素 24 kgN を固形肥料で表面散布した対照区と、対照区の 60%に減肥した窒素 14.4 kgN を灌水同時施肥したマルドリ区の比較では、栽培後の土壌無機態窒素量は対照区よりもマルドリ区の方が低い傾向を示した。試験前後の土壌無機態窒素量、施肥量、果実収穫量から推定した窒素溶脱量は対照区 10.17 kgN、マルドリ区 2.75 kgN でマルドリ区の方が少なかった。さらに、マルドリ区の推定窒素溶脱量と灌漑水から圃場に還元された窒素との差し引きはほぼ一致しており、正味の溶脱はほとんど生じなかったと考えられる。以上より、マルドリ方式の導入がカンキツ園での窒素溶脱を低減する効果があることが明らかとなった。

### 第3章 露地ナス栽培における点滴灌水とリン酸施肥量がリン酸利用効率に及ぼす影響

全国の土壌モニタリング調査結果により、日本の畑地の可給態リンは蓄積傾向にあることが示されており、野菜畑の 47% で可給態リンは推奨値を超過していることが報告されている。リン施肥量を減らし、植物によるリンの利用効率を高めるためには、施肥管理の改善が不可欠である。特に、ナスは日本の主要な露地野菜の中でもリン施肥量が多く、リン施肥技術について改善の余地が大きい。

そこで、畝間灌水による水管理を実施する対照区と拍動灌水装置を用いた点滴灌水区を設け、さらに点滴灌水区では、リン施肥量を3水準設けて2ヵ年の栽培試験を行った。リン施肥量は、収量目標値と1作あたりの養分要求量を考慮して設定した。なお、供試圃場のリン酸肥沃度は推奨基準値の上限に近いレベルであった。

その結果、生育・収量については、点滴灌水区のほうが、対照区より高かった。また、リン施用量を減じて点滴灌水を行った場合にも、対照区より高い生育・収量が得られた。摘葉管理に伴って回収された葉中リン含量はリン施肥量に合わせて変化する時期があったが、果実中のリン含量については同様の傾向は見られなかった。植物体の乾物重量とリン含量から求めた、作物体へのリン蓄積量は、点滴灌水区のほうが、対照区よりも多かった。また、リン施肥量を減じた場合でも単位果実収量を得るためのリン要求量はほとんど変わらず平均で  $1.12 \text{ kgP}_2\text{O}_5 \text{ kg}^{-1}$  であった。このため、リン施肥量に対する作物体へのリン蓄積量の割合は、リン施肥量を減じた区では 100%を上回り、土壌からの供給割合が多いことが示唆された。以上より、点滴灌水導入によりナスの生育・収量が優れ、リンの利用も効率的に行われる可能性が示された。

### 総合考察

以上の結果、点滴灌水は、カンキツ園での窒素溶脱を低減する効果があることや、ナスの生育・収量を向上させ、リンも効率的に利用できるなど、農業生産現場での利用価値が高いことが示された。ただし、優れた栽培技術であっても経済性が伴わなければ生産現場への導入は進まない。マルドリ方式では施肥効率が上がるため、大幅な減肥が可能であるが、液肥の単価が高いため、肥料コストとしては増加の懸念がある。第2章では、富栄養化した地下水に含まれる硝酸態窒素濃度を圃場に還元することで、肥料の一部を置き換えた。このことは、窒素を循環利用することも考慮すれば、経営費のさらなる削減に貢献することを示唆している。また、第3章では、対照区のリン酸施肥量に対して約 60%の減肥～同等程度の施肥量として点滴灌水を行った場合でも、6.6%～18.6%程度の増収が見込まれることが認められた。このことは肥料価格の高騰などのリスクに対して、減肥をしつつも、収量を確保できる技術として点滴灌水は有効であるといえる。第1章では、点滴灌水を細根の発達していた位置が局所的に発達するため、灌水の影響の小さい畝肩付近では、肥料の吸い残しが発生する可能性が示唆された。したがって、灌水チューブ敷設位置を考慮した部分施肥等と組み合わせることで、さらに施肥コストを削減しうる可能性が示唆された。

今後、点滴灌水が露地栽培における効率的な施肥法として広く普及し、農耕地からの窒素溶脱低減や、限りあるリン資源の有効活用といった持続的農業生産を推進するとともに、生産者の収益向上を達成するために、本研究で得られた知見が活用されることが期待される。