

Applications of Kinetic Models of Root Ion Absorption Driven by Water Transport in Plant- Environment System

野見山, 綾介

<https://hdl.handle.net/2324/1654955>

出版情報：九州大学, 2015, 博士（農学）, 課程博士
バージョン：
権利関係：やむを得ない事由により本文ファイル非公開（3）

氏名	野見山 綾介			
論文名	Applications of Kinetic Models of Root Ion Absorption Driven by Water Transport in Plant-Environment System (植物 - 環境系の水輸送に駆動される作物根のイオン吸収の動的モデルの応用)			
論文調査委員	主査	九州大学	教授	北野 雅治
	副査	九州大学生物環境利用推進センター	教授	吉田 敏
	副査	九州大学	准教授	安武 大輔
	副査	九州大学生物環境利用推進センター	准教授	江口 壽彦

論文審査の結果の要旨

集約的作物生産における過剰施肥や砂漠化進行畑作圃場における塩類集積の緩和のためには、生産場の養水分動態を支配する作物根の吸収機能の評価が必須である。根のイオン吸収は、根域溶液（土壌溶液または水耕液）のイオン濃度に加え、気象環境によって変動する植物 - 環境系の水輸送（根の吸水、蒸発散）にも依存している。本論文は、根のイオン吸収に対する環境作用を植物 - 環境系の水輸送を通して評価可能な動的モデルを構築し、環境保全型の栽培技術への応用を検討したものである。

作物根のイオン吸収は、根の細胞膜上に存在するイオン種固有の膜輸送タンパク質（ポンプ、トランスポーター、チャネル）の選択的吸収機能に支配されるとともに、葉の蒸散によって駆動される根の吸水の影響を受ける。そこで、根域溶液のイオン濃度と蒸散速度の積で表現される根表面へのイオンマスフロー速度が、イオンと膜輸送タンパク質の邂逅頻度を支配していると考え、蒸散統合型イオン吸収モデルを提案している。本モデルでは、モデルを構成する2つのパラメータ、すなわち根の最大イオン吸収能力を表す Q_{max} と、膜輸送タンパク質とイオンの親和性を表す K_m の変化によって、マスフローに依存した根のイオン吸収のイオン種特異性および環境応答が評価可能となっている。

次に、水耕栽培における省資源型肥培管理の視点から、蒸散統合型イオン吸収モデルの応用可能性を検討している。まず、日射に依存する蒸散ならびに根域溶液のイオン濃度とともに変動する根のイオン吸収量の経日変化をモデルによって推定し、さらにモデルパラメータ (Q_{max} , K_m) の経日変化を逐次同定することによって再現性が向上することを示している。そこで、モデルで推定したイオン吸収量に応じて施肥を行った結果、慣行法（根の吸水量に応じて一定濃度の水耕液を施用）に比べ、過剰施肥を回避し肥料の利用効率が向上したことから、本モデルが環境保全型の肥培管理へ応用可能であることを示唆している。

一方、土耕栽培では、土壌面蒸発も加わった蒸発散によって根域へのイオンマスフローが駆動されるため、水耕栽培における蒸散統合型イオン吸収モデルを蒸発散統合型イオン吸収モデルへ改変し、その応用可能性を砂漠化進行畑作圃場における塩類集積の緩和の視点から検討している。まず、植物 - 環境系の養水分動態が測定可能な大型土耕カラムシステムを開発し、根の養水分吸収機能が塩類集積に及ぼす影響を調べている。乾燥地の主要作物であるトウモロコシおよびヒマワリにおいては、高い蒸発散能によって地下水から多量のイオンが根域土壌へ輸送されるが、 Na^+ および Cl^- に対する根の低い吸収能によって根域土壌への塩類集積が加速されることを明らかにしている。次に、これらの主要作物の連作による塩類集積を回避するような輪作体系を想定して、吸塩作物と被覆作

物が塩類集積に及ぼす影響を調べている。吸塩作物のビートにおいては Na^+ および Cl^- に対する特異的に高い吸収能によって、また被覆作物のイワダレソウにおいては土壌面蒸発の抑制による地下水からのイオン輸送量の減少によって、それぞれ根域土壌への塩類集積が緩和されることを定量的に明らかにしている。そこで、根域土壌への塩類集積に対する作物種の影響を、蒸発散統合型イオン吸収モデルによって推定した結果、作物の蒸発散能および根の選択的イオン吸収能に依存する塩類集積量の経日変化を精度よく再現できたことから、本モデルが塩類集積を緩和する環境保全型の栽培技術へ応用可能であることを示唆している。

以上要するに、本論文は、植物 - 環境系の水輸送に伴う根表面へのイオンマスフローに依存するイオン吸収の動的モデルを確立し、環境保全型の栽培技術への応用の可能性を示唆したものであり、農業気象学分野に寄与する価値ある業績と認める。

よって、本研究者は博士（農学）の学位を得る資格があるものと認める。