

## トウモロコシ生育条件下における土壌水分・塩分の鉛直分布特性

## Soil Water and Salinity Distribution in the Maize Vegetated Column

○田川 堅太<sup>1</sup> 長 裕幸<sup>2</sup> 柳澤 晴彦<sup>2</sup> 北野 雅治<sup>3</sup>

Kenta TAGAWA, Hiroyuki CHO, Haruhiko YANAGISAWA, Masaharu KITANO

## 1. はじめに

乾燥地における過剰な灌漑，不十分な排水などの不適切な水管理は，地下水面の上昇を引き起こし，圃場の土壌表層における塩類集積問題を深刻にしている。これまで乾燥地圃場における塩類集積の予防・改良策を探るためを，実際の圃場を対象に物質の移動を解析してきた。現地ではトウモロコシを中心とした農業が実施されているが，その水分・塩分の吸収特性や根の伸長などの特徴と，そのことが解析的にどのような影響を与えるかについて，現地で調べるのは困難である。本研究では，トウモロコシの生長の過程で生じる，水分や塩分の分布，吸収するイオンなどの特徴を明らかにし，実際の圃場における解析のための知見を得るために，浅部に地下水面を固定した土壌カラムでトウモロコシを栽培し，土壌水分・塩分の経時的にモニタリングし，土壌に集積したイオンを調べた。

## 2. 実験方法

実験カラムの概略を Fig. 1 に示す。高さ 1.0m，直径 0.5m の円筒に，ふるい分けにより粒径 0.002m 以下に調整したマサ土を，乾燥密度  $1.53 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$  となるようにカラムを作成した。地下水位は水位センサによる電磁弁の制御で一定に保つことができる。

実験場所は，九州大学貝塚キャンパスにあるビニルハウス内，実験期間は 2011/9/23～11/11 の 50 日間とした。土壌を詰める過程で，深さ 0.05, 0.15, 0.25, 0.35, 0.50m の地点に TDR 土壌水分・EC センサ(CS640, Campbell Sci.) と熱電対を埋設した。土中の塩分を均一化するために，水道水を 3 ポアボリューム通水し，その後地下水位をカラム上端から 0.6m に制御した。地下水位を保つための供給水の塩分条件として，現地の塩類化地下水を模した培養液を使用した。カラム上端でトウモロコシを栽培(Fig.2)し，カラム上端からの灌漑は行わず，水分供給は地下水面からの毛管上昇のみとした。流量計により各カラムへの地下水供給量を記録し，その値を蒸発散量とした。土壌の比誘電率( $\epsilon$ )，バルク電気伝導度( $\sigma_b$ )，地温を 10 分間隔で計測した。Topp ら(1990)が提案したキャリブレーション式を  $\epsilon$  値に適用し，土壌体積含水率  $\theta$  を求め，水分量を評価した。また， $\epsilon$  値と  $\sigma_b$  値から土壌溶液電気伝導度( $\sigma_w$ )を求め，塩分量を評価した。

土粒子，土壌空気の電気伝導度と，土壌溶液の電気伝

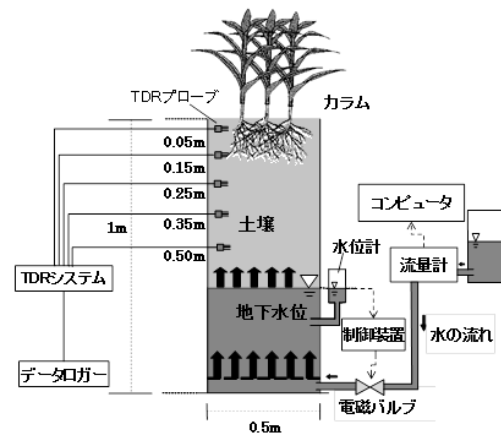


Fig. 1. Schematic diagram of the soil column system.



Fig.2. Photograph of the cropped soil column.

1)鹿児島大学大学院連合農学研究科 The United Graduate School of Agricultural Sciences, Kagoshima Univ., 2)佐賀大学農学部 Faculty of Agriculture, Saga Univ., 3)九州大学農学部 Faculty of Agriculture, Kyushu Univ.

キーワード: 土壌水分, 土壌溶液電気伝導度, ライシメータ

導度 $\sigma_w$ を合わせた複合的な電気伝導度を、バルク電気伝導度 $\sigma_b$ と呼ぶ。土壌中に差し込まれたTDRプローブは、土壌の比誘電率 $\varepsilon$ と $\sigma_b$ を測定する(登尾, 2003)。Rhoades (1976)は、体積含水率 $\theta > 0.1\text{m}^3\text{m}^{-3}$ の土壌について、 $\sigma_b$ と $\sigma_w$ との間に次のような関係があることを理論的に導出した。

$$\sigma_w = \frac{\varepsilon_w \sigma_b}{\varepsilon - \varepsilon_{\sigma_b=0}} \quad (1)$$

ここで、 $\varepsilon_w$ は土壌溶液の比誘電率、 $\varepsilon$ は計測した土壌の比誘電率、 $\varepsilon_{\sigma_b=0}$ は $\sigma_b = 0$ となる時の土壌の比誘電率で、実験的に求める必要がある。本研究では、 $\varepsilon_w = 78$ 、 $\varepsilon_{\sigma_b=0} = 3.25$ を与え、 $\sigma_w$ を求めた。

イオンクロマトグラフ試験を適用し、栽培終了後の土壌に残留した塩及びトウモロコシに吸収されたイオンごとに定量的に評価した。

### 3. 実験結果

Fig. 3に計測開始から $T$ 日目( $T=0, 10, 20, 30, 40, 50$ )の体積含水率 $\theta$ 、溶液電気伝導度 $\sigma_w$ の鉛直分布を示す。 $\theta$ 値の鉛直分布は、観測期間を通してほぼ等しい分布を示した。40日目の分布が少し高めの値を示したが、これは水分制御装置の誤作動によるものである。 $\sigma_w$ 値の鉛直分布は初期状態の0日からほとんどすべての深さで経時的に $\sigma_w$ 値の増加が見られ、特に浅い観測点で顕著であった。このことから、観測期間を通してカラム表層で塩類集積が進行していることがわかる。

Fig. 4に計測開始から0, 50日目における、土壌カラム中の各イオンを定量的に評価した結果を示す。また、地下水に含まれるイオン濃度をTable.1に示す。50日目の結果では、地下水面より上方において、初期条件に比べ各イオンの集積が確認され、特に地表面直下で顕著な値を示した。

### 4. 今後の課題

数値解析により、本研究における結果の再現を試み、トウモロコシ栽培条件でのカラム内の物質移動を物理的に明らかにする。その結果を、実際にトウモロコシが栽培されている圃場の土壌における水分・塩分の移動解析に応用していきたい。

Table.1. Ion composition of ground water.

	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
Ion concentration mmolL <sup>-1</sup>	43.5	6.5	15.9	7.6	43.4	17.4

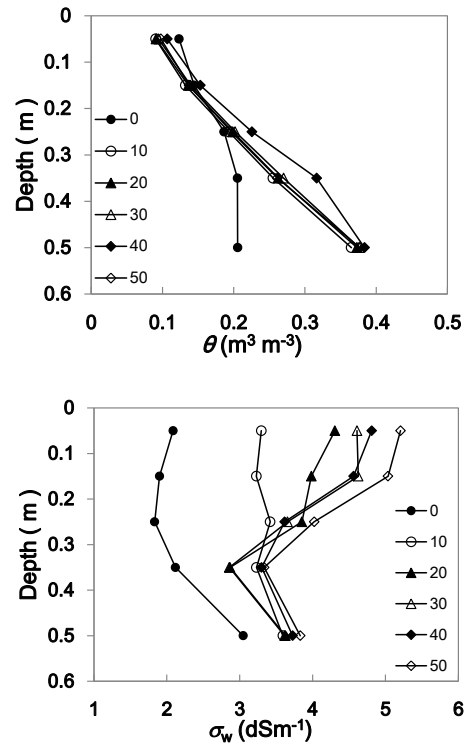


Fig. 3.  $\theta$ ,  $\sigma_w$  distribution of the column.

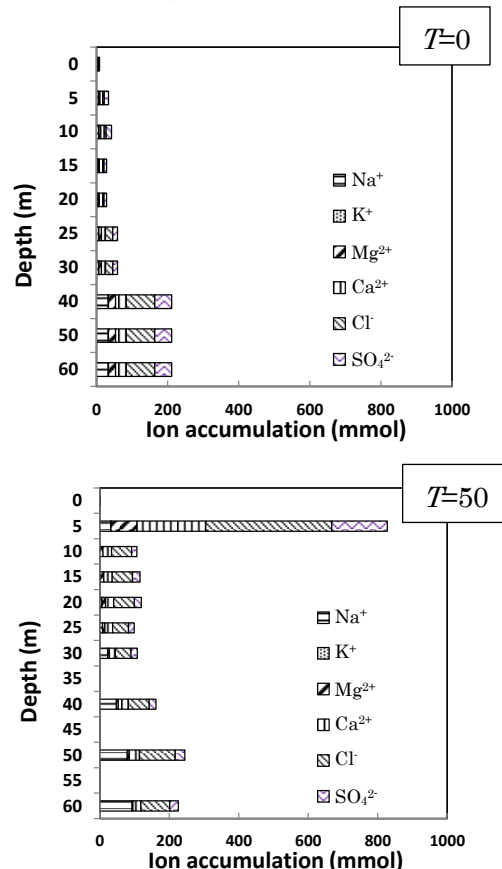


Fig. 4. Ion accumulation in the soil column .