

# 地下水位が塩類集積に及ぼす影響の予備的実験

## - 塩分動態モニタリングシステムの適用 -

水利用学分野 小林昭宏

キーワード: ライシメータ、塩類集積、地下水位、EC 値、キャリブレーション

### 1. はじめに

世界の人口は増加の一途をたどり世界の食料需要はますます増加することになる。しかし、世界中の乾燥地に位置する多くの農地で不適切な灌漑に伴う湿害や地下水位の上昇などが原因となって、塩類集積が助長されている。しかし、水資源を確保、管理して適切な灌漑、排水を行いコントロールしていけば農地を荒廃させず、持続可能な農業を展開していくことが可能であると考えられる。本研究は、乾燥地において地下水位の水位と水質が塩類集積に及ぼす影響を明らかにすることを目的に実施した。ここではその予備的実験について報告する。

### 2. 実験方法

2.1 装置および設定条件 この実験は乾燥地研究センター・アリドドーム内の塩分動態モニタリングシステムを用いて実施した。この装置は地下水位調節機能を有するウェイングライシメータであり、カラムとその重量を計測する電子天秤、排水タンクからなる。またこの装置は地上部が風洞装置で覆われており気温、湿度、風速の制御が可能である。計測カラムは、内径 79.8cm、高さ 40cm の塩ビ製カラムを 3 個連結したもので、カラム上端から 10、20、30、50、70 cm の各深さに土壌水分量を測定する ADR 水分センサー、土壌のマトリックポテンシャルを測定する感圧センサー、土壌の電気伝導度を測定する 4 極センサーをそれぞれ 3 組ずつ所定のセンサー挿入孔に水平に挿入して取り付けることにより、各測定項目について三次元的な分布の経時変化を測定することができる。

土壌は砂丘砂を洗って風乾させたものを使用した。地下水位は 900 mm、575 mm、375 mm に設定した。この地下水位は、センサーの設置深を考慮し、水位がセンサーのちょうど中間に位置するように設定した。地下水には水道水および塩化ナトリウム水溶液を使用し、濃度は水道水: 0.133 dSm<sup>-1</sup>、1500 mgL<sup>-1</sup>: 2.66 dSm<sup>-1</sup>、3500 mgL<sup>-1</sup>: 5.86 dSm<sup>-1</sup>、7000 mgL<sup>-1</sup>: 11.46 dSm<sup>-1</sup>、海水とほぼ同じ濃度の 30000 mgL<sup>-1</sup>: 48.26 dSm<sup>-1</sup> の 5 種類とした。風洞内の気温は 23.4℃、湿度は 53%、風速は秒速 3 m に設定した。この気象条件は、乾燥地であるエジプト・シナイ半島のゴデラにおける 2001 年から 2003 年の 3 年間の実測値を基に設定した。上述の地下水位とその塩類濃度を組み合わせた各ケースにつき、2 週間継続して実験を行った。

2.2 キャリブレーション 実験を開始する前に、実験で使用する全センサーについてキャリブレーションを行った。キャリブレーションとは、センサーが正しく測定値を正確に感知できるかどうか、またセンサーの固有の形状由来の誤差を検査し、標準値との関係を比較して、誤差の補正を行うことである。正確な測定のためには絶対に必要で、コードの長さ、データログシステムを実験状態と同一状態で行うことにより一層、実験精度を高めることが出来る。電気伝導度が既に分かっている塩化ナトリウム水溶液とその水溶液を使用した飽和土壌、不飽和土壌への各センサーの出力値と体積含水率との関係を調べそれらを基に校正曲線を求めた。

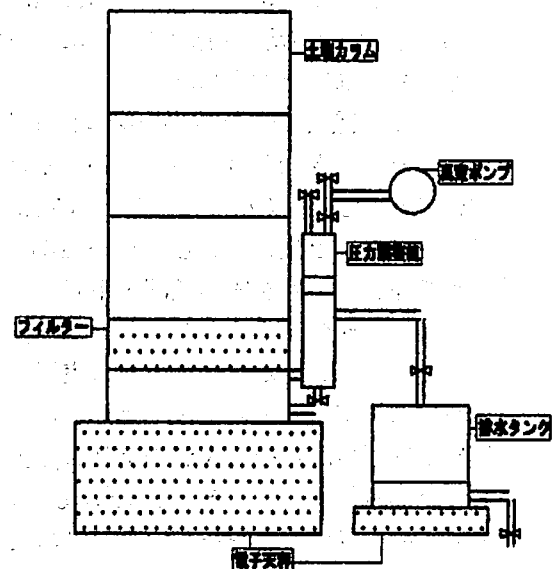


図1 ライシメータの概略図

### 3. 結果および考察

地下水位 -900 mm、その水質を水道水および 1500mg/L<sup>1</sup> の塩水に設定して、カラム内土壌の EC を測定した結果を図 2 に示す。EC 値は 3 日目頃までは地下水が水道水、1500 mg/L<sup>1</sup> 塩水の場合ともに、各深さでほぼ同様の値を示している。それ以降も 15 cm 以深においては大きな変化は見られないが、表層(5 cm 深)においては 8 日目頃までに両ケースともに、3~4 dS/m まで急上昇している。表層においてはそれ以降の EC 値の上昇はほとんど見られず、むしろ 15 cm 深および 25 cm 深での上昇が大きい。各深さの EC 上昇速度は地下水が水道水よりも、1500mg/L<sup>1</sup> 塩水の方が若干大きいものの、それほど顕著ではない。この測定結果から、乾燥条件下では地下水深が 90 cm 程度であれば、地下水の水質が良質であっても土壌表層に塩類が集積することが示唆された。

同じく体積含水率を測定した結果を図 3 に示す。3 日目の水道水と 1500 mg/L<sup>1</sup> 塩水について比較した場合、65 cm 深では前者の数値が高くなっている。これはカラムに土壌を詰める際に飽和状態にする必要があったためその影響が残ったものと思われる。14 日目を比較すると各ポイントで 0.01 cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup> 程度の差しかみられず地下水の塩類濃度の違いによって体積含水率に差は生じないと考えられる。

同じく pF 値を比較したものを図 4 に示すが、水質の違いによって大きな差はみられない。14 日目では表層において pF 値が高くなっているが、15 cm 以深では 3 日目からほとんど変化が見られない。15 cm 以深の pF 値は毛管連絡切断点を実験期間中下回っており、8 日目ごろには表層の EC が 14 日目の EC 値とほぼ同程度になっていることから、地下水の表層への毛管上昇は 8 日目頃まで続いていたと考えられる。しかし、毛管連絡が切断された後は表層の EC 値の上昇は止まり、毛管連絡の維持されている下層部(15 cm 深、25 cm 深)での若干の上昇にとどまっている。このことから砂丘砂の場合、表層の毛管連絡が切断されるまでは表層にある程度まで塩類が集積するものの、その後の塩類集積速度は急速に鈍ることが示唆される。

### 4. おわりに

今回の実験は、地下水の水位と水質が土壌中の塩類集積に及ぼす影響を明らかにするためにに行った基礎的なものである。今後、地下水位と水質の組み合わせを変化させながら、各条件のもとでの塩類集積過程を明らかにしていきたい。さらに、この実験を他の土壌タイプ、異なる気象条件下で、かつ作物を取り入れるなど研究をより深化させることにより、持続可能な灌漑農業の実現に向けて若干なりとも貢献していきたい。

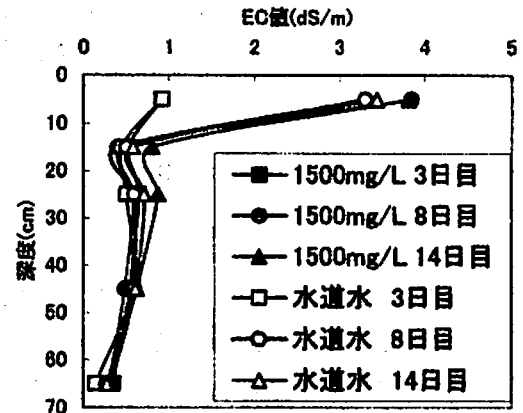


図 2 EC 値の比較 -900mm

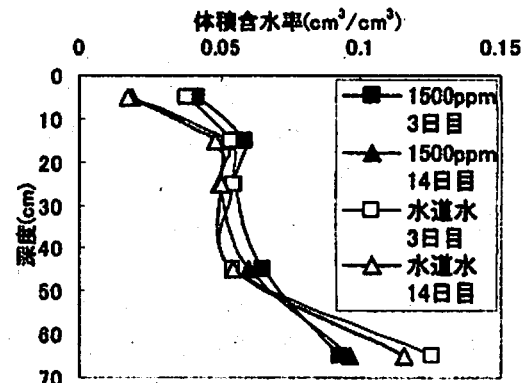


図 3 体積含水率の比較 -900mm

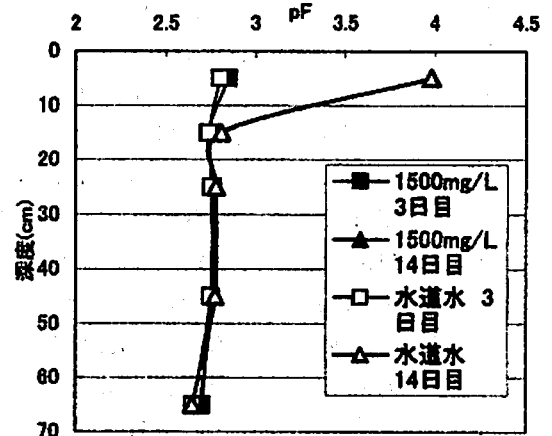


図 4 pF 値の比較