

## 表層吸引溶脱法による節水的除塩のための最適運転条件の検討 Investigation of Optimal Operating Condition of the Surface Suction Leaching Method for Water-saving Salts Removal

○犬持智<sup>1</sup>・猪迫耕二<sup>2</sup>・齊藤忠臣<sup>2</sup>・野波和好<sup>2</sup>

○Satoru Inumochi<sup>1</sup>, Koji Inosako<sup>2</sup>, Tadaomi Saito<sup>2</sup>, Kazuyoshi Nonami<sup>2</sup>

### 1. はじめに

乾燥地農業において塩類集積は解決すべき重要な課題である。リーチング法は最も普及している除塩法であるが、局所的に発生する初期の塩類集積や排水不良な土壤への適用は望ましくない。このような場合に適用可能な除塩技術の一つに表層吸引溶脱法がある<sup>1)</sup>。本法は、部分的な塩類集積が発生した土壤に少量の水を供給することで塩を溶解させ、その塩水が下層に流下する前に表層から吸引除去するものである。節水的な除塩技術であるが、現段階では実験室レベルでの検討にとどまっている。本研究では、本法の現場での適用を前提に、一定の除塩性能を確保し、かつ、より節水的な運転条件を探索するために数値実験を行った。

### 2. 表層吸引溶脱法の概要

本法で用いる装置の概要を Fig.1 に示す。本装置は挿入部、給水部、排水部で構成される。まず、挿入部を塩が集積している土壤に直接挿入する。次いで、送水ポンプを使って挿入部に一定圧で水が送られる。挿入部を介して土壤へ供給された水が集積塩を溶解させる。次いで、挿入部上部のコックを排水部に切り替え、吸引ポンプによって溶解した塩水を吸引除去する。これらの作業を 1 サイクルとし、サイクル数を重ねていくことで除塩を行う。

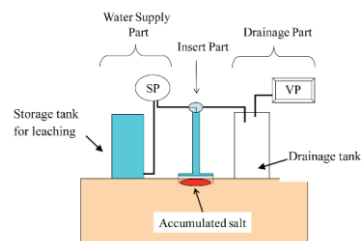


Fig.1 Schematic view of apparatus<sup>1)</sup>  
(SP:seeding pump,VP:vacuum pump)

### 3. 実験方法

本研究では水分・溶質移動プログラムである HYDRUS2D/3D を用いて数値実験を行った。表層吸引溶脱法では土壤水分と塩分の移動は挿入部周辺に限られる。現在の表層吸引溶脱装置の挿入部の直径は 30cm であるため、計算領域として直径 40cm、高さ 50cm の土壤領域を想定した。実験試料は砂質壤土、土壤水理モデルには修正 van Genuchten-Mualem モデルを用いた。上部境界条件は挿入部領域に時間変動の圧力水頭を与え、給水時は-1 cm、吸引時は-1000 cm とし、給水時間と吸引時間を様々に設定した。下部境界条件は自由排水、それ以外の境界はフラックスなしとした。土壤水分の初期条件は、まず、領域全体の圧力水頭を-100 cm とし、上部境界を 0.4 cm/day の

Table1 Operation condition

条件	給水時間 (秒)	吸引時間 (秒)	
A	Case1	15	60
	Case2	15	180
	Case3	15	300
B	Case4	30	60
	Case5	30	180
	Case6	30	300
C	Case7	60	60
	Case8	60	180
	Case9	60	300
D	Case10	15	600
	Case11	15	1200
	Case12	15	1500

<sup>1</sup> 鳥取大学大学院持続性社会創生科学研究科, Graduate School of Sustainability Science, Tottori University,

<sup>2</sup> 鳥取大学農学部, Faculty of Agriculture, Tottori University キーワード 除塩, HYDRUS

一定フラックス（地表面蒸発），下部境界を自由排水としてプログラムを走らせ 180 時間後の水分状態を計算した．次いで，その結果を数値実験の初期条件として取り込んだ．溶質の初期条件として EC で 14.3 dS/m に相当する  $9.63 \times 10^{-3} \text{ g/cm}^3$  の塩濃度を持つ厚さ 2cm の土層が表層に存在するものとした．

実験条件を **Table1** に示す．運転条件の違いによる給水量への影響を明らかにするため，給水時間の異なる条件 A, B, C を設定し，各条件において，吸引時間を 3 通りに変化させた．次に，吸引時間の増加による給水量への影響を明らかにするため条件 D を設定した．実験の終了は，各条件での積算溶質吸引量が挿入部直下に分布した初期溶質量の 80% に到達した時点とした．

#### 4. 結果と考察

実験終了時点でのサイクル数および給水量を **Table2** に示す．全ての条件下で吸引時間が大きい条件ほどサイクル数は少なくなり，給水量も小さくなった．条件 B は少ないサイクル数で除塩率 80% に到達したが，給水量が条件 A を下回ることはなかった．したがって，より節水的な運転を行うためには給水時間を短く，吸引時間を長くするのが良いと言える．しかし，条件 D では吸引時間の増加に伴いサイクル数と給水量が増加した．

Case10 と Case12 におけるサイクルごとの溶質吸引量を **Fig.2** に示す．1 サイクルの吸引時間が大きい Case12 の溶質吸引量は，運転開始から 3 サイクル目以降で Case10 より小さくなっている．**Fig.3** に 3 サイクル目における Case10 と 12 の圧力水頭の分布を示す．Case12 は Case10 に比べて土壌内が乾燥していた．Case12 の長い吸引時間が土壌の乾燥をもたらし，1 サイクルの溶質吸引量の低下を引き起こしたといえる．その結果，所定の除塩率を得るためにより多くのサイクル数が必要になったと考えられる．以上のことから，所定の除塩率を得るために最適な給水時間と吸引時間の組み合わせがあり，本実験では 15 秒給水，600 秒吸引が最適であることが明らかとなった．

#### 5. おわりに

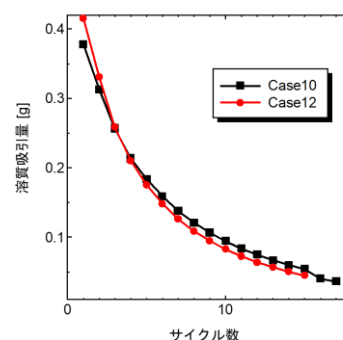
数値実験の結果から，表層吸引溶脱法において節水的な運転を行うには，給水時間を短く，吸引時間を長くすることに加え，給水時間に応じた最適な吸引時間の決定が節水的な運転を行う上で重要となることが明らかとなった．

謝辞：本研究の一部は科研費・基盤研究 (C) の補助を受けて行った．ここに記して謝意を表す．

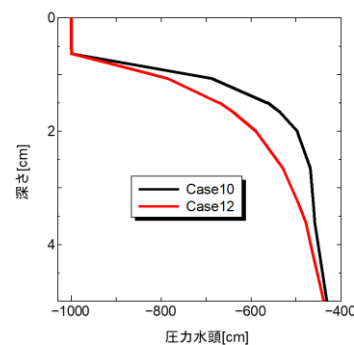
引用文献 1) Inosako et al., Proceedings of the 11<sup>th</sup> IDDC, Beijing, China, 719-730, 2013

**Table2 Result of experiment**

条件	サイクル数	給水量 (cm <sup>3</sup> )	
A	Case1	19	978
	Case2	17	884
	Case3	16	839
B	Case4	17	1441
	Case5	15	1278
	Case6	14	1196
C	Case7	22	3311
	Case8	17	2586
	Case9	16	2445
D	Case10	15	791
	Case11	16	828
	Case12	17	882



**Fig.2 Relationship between cycles and sucked solute quantity**



**Fig.3 Pressure head profile at the end of 3 cycle**