

炭酸カルシウム及び有機物を用いた塩類土壌の修復に関する研究  
Remediation of saline soil by calcium carbonate and organic matter application

○石橋咲耶, 濱本昌一郎, 井本博美, 西村拓

○Sakuya Ishibashi, Shoichiro Hamamoto, Hiromi Imoto, Taku Nishimura

### 1. はじめに

塩類土壌は植物生育を阻害する。また、 $\text{Na}^+$ の含量が高い塩類土壌は、粘土の分散による透水性の低下等の土壌劣化が生じ易い。

東日本大震災時に津波によって塩類化した農地に対する農林水産省の除塩マニュアルでは、溶脱と  $\text{Na}$  土壌への  $\text{Ca}$  資材の施用が指示されている。ここでは、 $\text{pH}6$  未満の土壌に石灰( $\text{CaCO}_3$ )、 $\text{pH}6$  以上の土壌に石膏( $\text{CaSO}_4$ )とされている。しかし、従来乾燥地で行われてきた  $\text{Na}$  土壌改良において  $\text{CaCO}_3$  は溶解度が低いためにあまり使われてこなかった(Shainberg et al, 1989)。

$\text{CO}_2$ 分圧が増加すると  $\text{CaCO}_3$ の溶解度が増す。Li and Keren(2009)はトウモロコシ残渣を用いた培養実験を行い、植物残渣の分解に伴う土中の  $\text{CO}_2$  分圧の増加が土中の calcite( $\text{CaCO}_3$ )の溶解を促進する例を示した。

有機物分解を担う微生物の活性は様々な環境条件に左右される。有機物分解による  $\text{CO}_2$  発生量は土壌の  $\text{EC}$  が高くなるほど減少する(Pathak and Rao, 1998)が、その減少率は土壌や環境条件で異なる。津波被害を受けた土壌においても  $\text{EC}$  や  $\text{pH}$  が有機物分解による  $\text{CO}_2$  発生量に与える影響の検討が必要である。

### 2. 目的

本研究では、 $\text{EC}$ 、 $\text{pH}$  が有機物分解に与える影響ならびに有機物分解に伴う  $\text{CO}_2$  濃度変化が土中の  $\text{CaCO}_3$  の動態や  $\text{Na}$  土壌の改良に与える影響を検討する。

### 3. 方法

供試土には、宮城県岩沼市寺島地区の津波

被害を受けた水田土壌の深さ  $4\text{cm}\sim 15\text{cm}$  の位置で採取した土(clay loam,  $\text{EC}(1:5) : 5.2 \text{ dS m}^{-1}$ )を用いた。

#### (1) $\text{EC}$ , $\text{pH}$ が有機物分解に与える影響

溶脱と  $\text{CaCO}_3$  施用により土壌の  $\text{EC}$ ,  $\text{pH}$  を調整した。有機物として粉碎稲わらを施用し、密閉したビンに入れ、7日間の培養実験を行った。水分を一定にするため、ビン内は湿度  $100\%$ の空気で満たした。24時間ごとにヘッドスペースの  $\text{CO}_2$  濃度を測定し、 $\text{CO}_2$  発生量を計算した。

#### (2) $\text{CaCO}_3$ 及び有機物の $\text{Na}$ 土壌改良効果

供試土に  $\text{CaCO}_3$  のみ( $\text{Ca}$ )、稲わらのみ( $\text{O}$ )、ならびに  $\text{CaCO}_3 + \text{稲わら}(\text{CaO})$  を施用し、対照区( $\text{CL}$ )を含めた4条件の土壌を作成した。各土壌を内径  $8.5 \text{ cm}$ 、高さ  $30 \text{ cm}$  のアクリル製カラムに乾燥密度  $0.95 \text{ g cm}^{-3}$  で詰め、培養実験を行った。地表面  $42 \text{ cm}$  の位置にレフランプを置き、12時間周期で点灯させた。カラム側面周囲の気温はレフランプに依存し、 $18^\circ\text{C}\sim 25^\circ\text{C}$ であった。3日ごとに  $18 \text{ mm}$  の灌水を行った。土壌表面から  $3.5 \text{ cm}$ ,  $9.5 \text{ cm}$ ,  $15.5 \text{ cm}$  の位置に、熱電対、テンシオメータ、ならびに  $\text{CO}_2$  濃度測定用のガスサンプリングポートを挿入した。

培養終了後、土壌の分散を抑制するため  $\text{KCl}$  を加えて  $\text{EC}$  を  $0.5 \text{ dS m}^{-1}$  にした溶液をカラム上端から流し溶脱を行い、排出液の  $\text{EC}$ ,  $\text{pH}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  濃度を測定した。溶脱終了後24時間静置し、カラムを  $3 \text{ cm}$  ごとに解体し、深さ毎の水溶性、交換性  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  濃度を測定した。

東京大学大学院農学生命科学研究科 Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The Univ. of Tokyo

キーワード 塩類土壌 有機物 リーチング

## 4. 結果

### (1) EC, pH が有機物分解に与える影響

図 1 は累積 CO<sub>2</sub> 発生量の経時変化である。EC の高い方が CO<sub>2</sub> 発生量は低くなった。pH による差はあまり見られない。

### (2) CaCO<sub>3</sub> 及び有機物の Na 土壌改良効果

① 培養中の水分量変化：図 2 は培養中の土壌水サクシヨンの変化である。灌水時に低下し、その後、時間の経過と共に上昇した。定期的な灌水により、培養中は一定の水分条件で推移した。

② 培養中の土壌中 CO<sub>2</sub> 濃度：図 3 に 9.5cm 深さにおける灌水後日数と土中 CO<sub>2</sub> 濃度の関係を示す。有機物のみ施用したものと有機物と CaCO<sub>3</sub> を施用したものは、灌水直後に CO<sub>2</sub> 濃度が上昇したが、徐々に減少し灌水 3 日後には他のカラムとほとんど差がなかった。

③ 培養後の溶脱効率：4 条件とも約 2PV で排出液中のイオン濃度が Na<sup>+</sup>=4 mmol L<sup>-1</sup>, K<sup>+</sup>=0.1 mmol L<sup>-1</sup>, Ca=0 mmol L<sup>-1</sup> になった(データ非掲載)。溶脱後土壌の交換性 Na<sup>+</sup>と K<sup>+</sup>の深さごとの分布を図 4 に示す。カラム上層において、Na<sup>+</sup>は減少しており K<sup>+</sup>は増加している。Ca<sup>2+</sup>はあまり変化が見られなかった。

## 5. 考察

津波塩害土壌でも施用有機物は分解した。

有機物を施用したカラムにおいて、CO<sub>2</sub> 濃度の上昇が見られた。しかし、水分の減少に伴い CO<sub>2</sub> 濃度も減少した。カラムでは土中 CO<sub>2</sub> 濃度が十分に増加せず、そのため CaCO<sub>3</sub> の溶解度が上がらず、Ca<sup>2+</sup>と土壤に吸着している Na<sup>+</sup>の交換を促進できなかった。

2PV 以降の排水液の陽イオン濃度割合と溶脱後土壌の交換性 Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>分布から、溶脱水の K<sup>+</sup>と土壤に吸着している Na<sup>+</sup>が交換していたと考えられる。

参考文献：Li and Keren, 2009, Pedosphere, 19(4), 465-475, Pathak and Rao, 1998, Soil Biology and Biochemistry, 30, 695-702, Shainberg et al, 1989, Advances in Soil Science, 9, 1-111

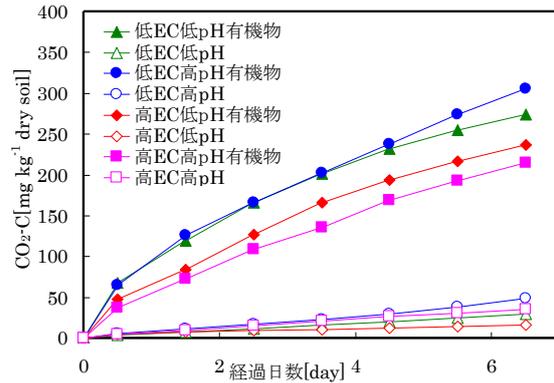


図 1 乾土 1kg あたりの累積 CO<sub>2</sub> 発生量

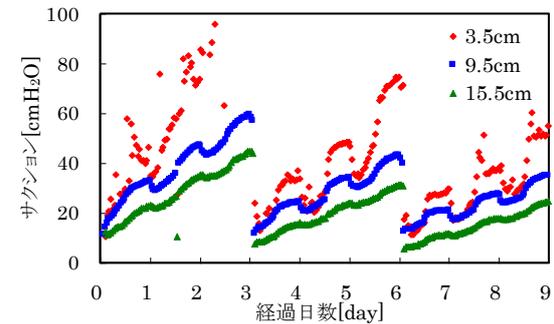


図 2 培養経過日数と土中水分サクシヨン

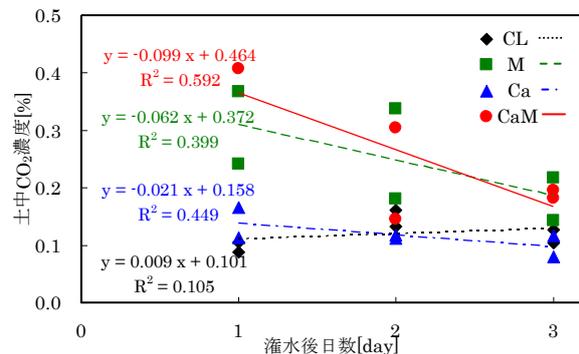


図 3 灌水後日数と土中 CO<sub>2</sub> 濃度

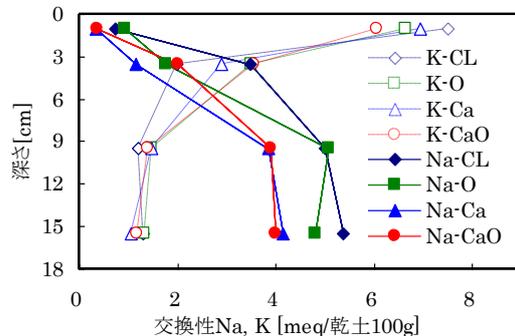


図 4 溶脱後土壌 交換性 Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> 分布

謝辞：供試土の採取，現地調査については，宮城大学の千葉克己先生，宮城県名取土地改良区にお世話になりました。また，本課題の一部は，科研費基盤(B)(24380130)により実施されました。