

土中二酸化炭素濃度と塩の溶解・移動・集積に関する研究 Soil Carbon Dioxide Concentration and Migration and Accumulation of Dissolved Salts

○吉野亜香利 井本博美 西村拓 宮崎毅

YOSHINO Akari IMOTO Hiromi NISHIMURA Taku MIYAZAKI Tsuyoshi

1. はじめに

世界では現在約9億5500万haの土壌が塩の影響を受けており、毎年約1000万haの農地が塩類化やNa化により放棄されている(Szabolcs, 1987). 塩類土壌は、水に溶けた塩が蒸発と共に土壌表面へ移動、集積することで生成する。一方、土中に存在する炭酸塩は水に溶解すると共に、有機物の酸化や動植物の呼吸によって発生する二酸化炭素(CO₂)とも反応する。Brook et al. (1983)は、土中のCO₂分圧と実蒸発散量の関係式を用いて、塩類土壌の多い乾燥地では土中のCO₂分圧が低いことを示した。もともとCO₂分圧の低い乾燥地において、灌漑を用いた営農活動や緑化活動を行うと、根や微生物の呼吸の促進に伴う土中CO₂濃度の増加が生じ、炭酸塩の溶解や移動、集積に影響を与えることが考えられる(Li and Keren, 2009). 土中のCO₂濃度と塩の動態に着目した研究はバイオレメディエーションの観点から行われたものはあるが、溶解した炭酸塩の移動や塩集積における寄与はあまり検討されていない。

2. 本研究の目的

本研究では、炭酸塩を含む土壌において土中CO₂濃度が変化した場合、土中の塩濃度分布、塩の移動にどのような変化が生じるかを実験的に検討することを目的とする。また、供試土に非塩類化土とNa質化土を用い、ナトリウムの存在が炭酸塩の移動、集積におよぼす影響もあわせて検討する。

3. 実験方法

(1) 供試土

非塩類化土には千葉県農林総合研究センターの水田作土(CL)を使用した。Na質化土としては同じ土とNaCl, CaCl₂を用いて供試土のESP値を約30にしたものを使用した。供試土には、多くの乾燥地土壌で見られる炭酸カルシウム(CaCO₃)量を考慮して(Lal, 2000),

CaCO₃粉末を質量比で8%混合した。

(2) 実験装置

実験装置図をFig.1に示す。内径8.5cm、高さ30cmの亚克力製円筒カラムを使用し、下端部をチューブでマリオット管に接続して地下水位を設定した。供給水はマリオット管からのみ与え、レフランプの光を土壌表面に与えることで蒸発を促した。蒸発速度は0.2~0.3cm/dayであった。

根圏の呼吸を想定して土壌表面から14cmの部分にガス供給チューブを挿入し、0.5%濃度のCO₂はサンプリングバッグで、5%濃度のCO₂はマスフローコントローラーで土中に供給した。ガス供給開始後、表面から3cm, 6cm, 9cm, 20cmの位置の土中ガスを採取し、ガスクロマトグラフィーで土中のCO₂濃度を測定した。また、表面から2.5cm, 5.5cm, 11.5cm, 17.5cmの位置に、熱電対を備え付けたTDRを挿し込み、土中の体積含水率と電気伝導度、温度を測定した。測定期間終了後、カラムを解体し、土中の固体の炭酸塩含有率を強熱減量法で、0.1N HCl抽出後、Ca濃度とNa濃度を原子吸光分光光度計で測定した。

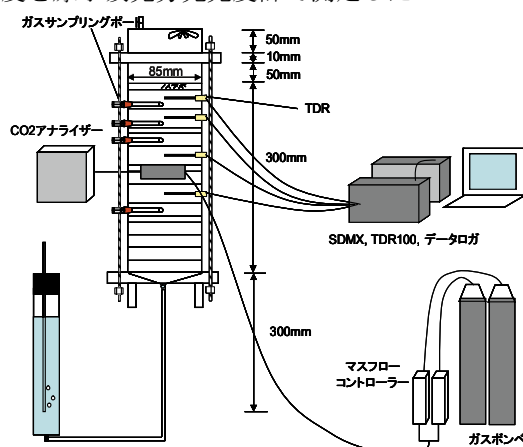


Fig.1 実験装置図

東京大学大学院農学生命科学研究科 Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo
キーワード：塩類集積, 二酸化炭素, 炭酸塩

4. 結果

(1) 土中二酸化炭素濃度の推移

Fig.2 に非塩類土の土中 CO₂ 濃度分布を示す。各深さの CO₂ 濃度は、土壌表面に近づくにつれて低い濃度となった。濃度 5%の CO₂ を土中に供給したカラムでは表面から 20cm の位置で CO₂ を供給しないカラムの約 20 倍の CO₂ 濃度となった。また、土壌表面からの CO₂ 放出フラックスは、CO₂ 注入無し、0.5% 濃度注入、5%濃度注入カラムでそれぞれ 50, 150, 2000mg m⁻² hr⁻¹ であった。

(2) みかけの電気伝導度の時系列変化

Fig.3 に TDR を用いて測定した非塩類土のみかけの電気伝導度を示す。図中に矢印で示した日が CO₂ 供給を開始した 11 月 22 日であり、ガスの供給開始とともに供給部周辺の深さ 11.5, 17.5cm の位置で電気伝導度が上昇した。

(3) 土中の炭酸塩含有率分布

非塩類土、Na 質化土の炭酸塩分布を Fig.4 に示す。CO₂ の供給の有無・多少に依らず、地表面近傍で炭酸塩濃度が高くなった。また、Na 質化土で非塩類土壌よりも土壌表面で炭酸塩含有率が高い傾向があった。

(4) 土中のナトリウム量分布

Na 質化土における乾土 100g 当たりの Na 量を Fig.5 に示す。土中 CO₂ 濃度に依らず地表面近傍で Na の集積が見られた。表面近傍の Na 量については非塩類土で 50mg/乾土 100g, Na 質化土で 1500~1800mg/乾土 100g であった。

5. 考察

土中に濃度 5%の CO₂ を供給したカラムでは、供給開始後、みかけの電気伝導度の上昇が見られたものの、炭酸塩含有率や Na 濃度分布に CO₂ 濃度の高低による明確な違いは見られなかった。2 ヶ月程度の実験では、積算蒸発量が 18cm 程度にしかならず、溶液中の濃度が低い炭酸塩の分布に違いを生じるまでには至らなかったと思われる。

ただ、Na 質化土では非塩類土よりも地表面の炭酸塩含有率が高くなった。これは、CaCO₃ の溶解に伴って生成する Ca イオンが土壌に吸着していた Na イオンと交換し、その結果、溶解度の高い炭酸 Na や炭酸水素 Na として地表面近傍に集積したものと考えられる。これは、カラム下方の土壌の Na 含量が減少していることとも矛盾しない。

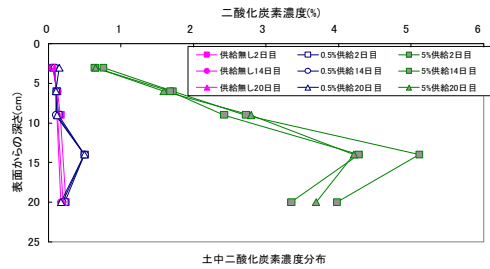


Fig.2 カラム内の二酸化炭素濃度分布

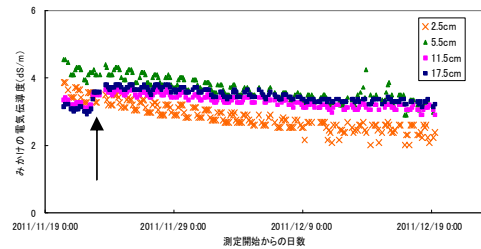


Fig.3 CO₂ の供給とみかけの電気伝導度の変化(供給 CO₂ 濃度：5%)

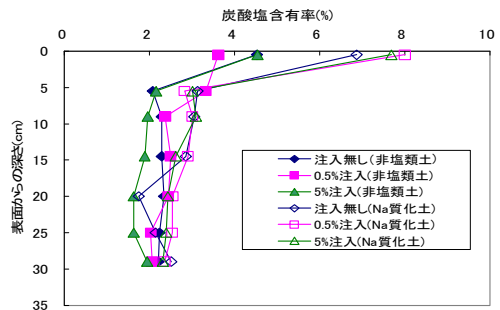


Fig.4 カラム内の炭酸塩含有率分布

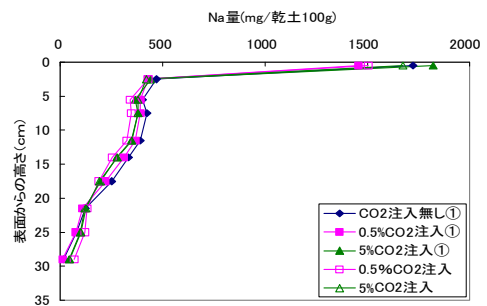


Fig.5 Na 質化土中のナトリウム分布

参考文献

- Brook, G.A. et al., (1983): Earth Surface Processes and Landform. 8:79-88.
- Lal, R. et al., (2000): Global climate change and prodogenic carbonates: Lewis Publishers: p305
- Li, F., and R. Keren, (2009): Pedosphere. 19(4):465-475.
- Szabolcs, I. (1987): Agronomica Hungarica. 36:159-172