

玄武岩を混合した黒ボク土壤中の無機炭素動態に関する研究
Inorganic carbon dynamics in andosol mixed with basalt rock powder

○堀田剛志¹ 濱本昌一郎² 山崎琢平¹ 西村拓¹

○Takashi Horita¹, Shoichiro Hamamoto², Takuhei Yamasaki¹ and Taku Nishimura¹

1. はじめに

地球温暖化対策として鉱物風化促進による炭素貯留が注目されている。鉱物風化促進とは風化の過程でCO₂を吸収する玄武岩などの岩石を粉砕・散布し、風化を人工的に促進する技術である。この過程でケイ酸カルシウムなどのケイ酸塩がCO₂とH₂Oと反応して陽イオンを分離し、重炭酸イオンとケイ酸を生成する。吸収されたCO₂は重炭酸イオンとなり、土壤浸透水として地下水を経て海に運ばれるか、もしくは陽イオンと結合して地表面近傍で炭酸塩として析出すると考えられている。(Beerling *et al.* 2020)

本研究では黒ボク土への粉砕玄武岩混合の有無が、浸出水の化学性および土壤中の炭素の挙動に与える影響について検討した。

2. 試料と実験手順

本研究では茨城県つくば市で採取した黒ボク土と株式会社ソブエクレレー製の粉砕玄武岩を用いてカラム実験を行った。黒ボク土のみの条件と黒ボク土に乾燥質量あたり5%相当の粉砕玄武岩を混合した条件で比較した。

乾燥密度0.73 g cm⁻³で黒ボク土試料を充填した土壤カラムを作成した。その後マリOTT管を用いてカラム下端の水圧を-20 cmH₂Oに設定し約40時間給水した。土壤が十分吸水した後、カラム最上段から土壤に模擬降雨を与え、カラム下端からの排水を1時間おきに採取した。降雨強度は1.08 cm h⁻¹で降雨期間は24時間とした。

カラムには深さ10、18 cmにCO₂センサーを、深さ6、14、22 cmに水分センサーとテンシオメーターをそれぞれ設置し、給水開始から降雨終了まで各深度のCO₂濃度、土壤水分、マトリックポテンシャルを測定した。回収した排水からは排水量、pH、炭素量(全炭素、無機炭素(IC)、全有機炭素)を測定した。

さらに、CO₂の溶解平衡が成り立つとして排水中の無機炭素を溶存CO₂と炭酸、炭酸イオン、重炭酸イオンの和として計算した。この計算では無機炭素を以下の式で表すことができ、CO₂分圧(PCO₂)とpHの関数となる。

$$IC = [H_2CO_3^*] + [HCO_3^-] + [CO_3^{2-}]$$

$$= 10^{(\log_{10} PCO_2 - 16.1)} \{10^{2pH} + 10^{(pH+8.3)} + 10^{14.6}\}$$

*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

**北海道大学大学院農学研究院 Graduate School of Agriculture, Hokkaido University

キーワード 岩石風化、CO₂固定、土壤改良

3. 結果および考察

図1にマトリックポテンシャルの深度分布、図2にCO₂濃度の深度分布を示す。図1、図2ともに降雨直前と降雨開始24時間経過時の測定結果を用いた。降雨時は水フラックスに応じた深さ方向に一定のマトリックポテンシャル分布になった(図1)。

CO₂濃度は降雨前後で変化があまりみられなかった。また、玄武岩を混入した条件でCO₂濃度が高くなった(図2)。

図3に模擬降雨中の排水のpHの経時変化を示す。玄武岩有りの条件ではpHが上昇した。これは粉碎玄武岩が溶解に伴い土壌水のpHが変化したためであると考えられる。実験前に測定した黒ボク土のpHは土水比1:5で6.5、粉碎玄武岩は同条件でpH9.5であった。

図4に降雨中の排水の無機炭素量(CO₂, HCO₃⁻, CO₃²⁻)の経時変化を示す。こちらも玄武岩有りの条件で無機炭素量が上昇した。また、CO₂の溶解平衡の計算結果を図4の折れ線で示しているが、計算値と実測値はよく一致しており、計算結果と無機炭素濃度の整合性があると考えられる。

4. まとめ

今回の実験では粉碎玄武岩の有無による黒ボク土土壌への影響を比較した。

カラム実験では玄武岩を混入することにより土壌排水のpHが上昇した。

また、玄武岩混入によるpHの上昇によりCO₂の溶解が促進され、排水内の無機炭素濃度が増加した。

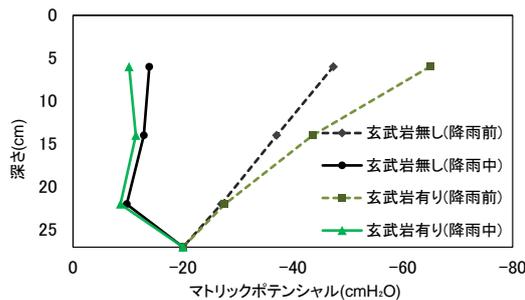


図1 マトリックポテンシャルの深度分布
Matric potential distribution in the soil column before and after simulated rainfall

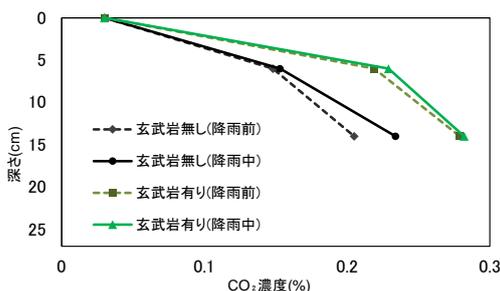


図2 CO₂濃度の深度分布
CO₂ concentration distribution in the soil column before and after simulated rainfall

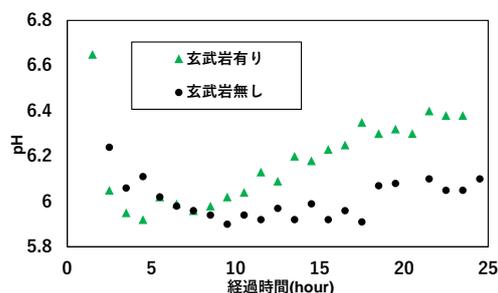


図3 カラム実験排水pHの経時変化
Temporal changes in pH of effluent from the soil column

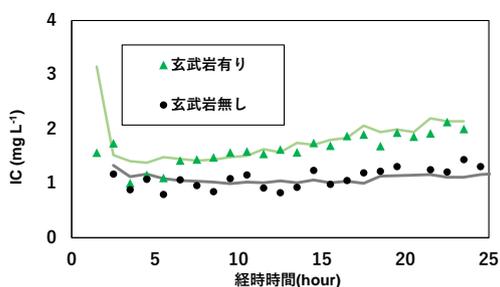


図4 カラム実験排水無機炭素濃度の経時変化
Temporal changes in inorganic carbon concentration of effluent from the soil column

参考文献: Beerling D.J. (2020) Potential for large-scale CO₂ removal via enhanced rock weathering with cropland. Nature. 2020.242-248.

謝辞: 本実験を行うにあたって NEDO ムーンショット型研究開発事業「岩石と場の特性を活用した風化促進技術「A-ERW」の開発」の補助を受けました。ここに記してお礼申し上げます。