

島尻マージ土壌における玄武岩風化による炭素固定に関する研究 Carbon fixation by basalt weathering in Shimajiri mahji

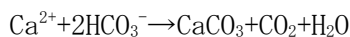
○安富悠佑¹ 山崎琢平¹ 濱本昌一郎² 西村拓¹

○Yusuke Yasutomi¹, Takuhei Yamasaki¹, Shoichiro Hamamoto² and Taku Nishimura¹

1. はじめに

現在、温暖化抑制のため、温室効果ガスであるCO₂を大気中から減少させることが求められている。CO₂を大気中から除去する(Carbon Dioxide Removal, CDR)方法の一つに岩石風化促進法がある。岩石風化促進法とは、破碎玄武岩を土壌に散布し、岩石の風化反応によりCO₂を大気から除去することで、玄武岩中のケイ酸塩鉱物がCO₂及びH₂Oと反応して重碳酸イオンとケイ酸を生成する。

$$\text{CaSiO}_3 + 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- + \text{H}_4\text{SiO}_4$$
生成した重碳酸イオンは地下水を経て海に放出されるか、陽イオンと結合して例えば次式のように土壌中に炭酸塩鉱物を形成する。



Beerling (2020) の試算によれば中国やインド、アメリカ、ブラジルは、年間0.5~2ギガトンのCO₂を大気中から除去し、世界平均のCDR目標達成に貢献する大きな可能性を持っている。しかし、玄武岩散布による土壌の理化学性変化と炭素挙動への影響は土壌により異なるため、その違いを明らかにする必要がある。そこで本研究は、島尻マージへの破碎玄武岩散布が土壌の物理性及び炭素固定に与える影響を検討した。

2. 試料及び実験手順

沖縄県石垣市で採取した島尻マージと、株式会社ソブエクレ社製の破碎玄武岩を使用した。玄武岩の混合量は乾土質量比でそれぞれ0%, 5%, 10%とした。

2.1 透水係数の測定

変水頭法を用いて、攪乱試料の飽和透水係数を測定した。島尻マージの乾燥密度が1.2、1.3、1.4、1.5 g cm⁻³となるように100 cc コアに充填した。玄武岩を混合した試料は、その分質量が増加している。

2.2 カラム実験

カラムは、内径15 cm、高さ2 cmのアクリルリング7個、高さ6 cmのアクリルリング2個を組み合わせた。水分センサー及びテンシオメータを土壌の地表面から5, 13, 21 cm深に、CO₂センサーを9, 17 cm深に設置した。

混合率の異なる試料の間隙総量が等しくなるよう、玄武岩0, 5, 10%条件の土壌の乾燥密度がそれぞれ1.40, 1.36, 1.33 g cm⁻³となるように土壌を充填した。その後、カラム下端が-20 cmH₂Oとなるようにマリオット管に接続し、48時間給水した。給水した後、カラム上部に設置した滴下装置から給水強度5 mm h⁻¹で、24時間純水を滴下した。

実験期間中、各深度の水分量、マトリックポテンシャル及びCO₂濃度を測定した。土壌上部から大気に放出されるCO₂フラックスを、滴下開始1時間前と開始後6時間ごとに測定した。また、1時間おきにカラム下端からの排水を採水し、排水からは排水量、pH、EC、炭素量(全炭素量、無機炭素量、全有機炭素量)、各イオン濃度を測定した。

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

3. 結果及び考察

図1に攪乱土の15℃飽和透水係数を示す。玄武岩混合率が増加するほど、玄武岩が分散して土壌が目詰まりを起こし、飽和透水係数が小さくなった。

図2に排水のECを示す。玄武岩10%条件は排水量が少量であったためデータが少ない。5%、10%条件では玄武岩が溶解し、玄武岩0%条件と比較してECが高くなった。

図3に滴下中の土壌内の平均CO₂濃度を示す。玄武岩の混合割合が大きいほど土壌内の平均CO₂濃度が高くなった。また、CO₂フラックスも5%条件が0%条件より常に高くなった。この原因として、玄武岩と土壌を混合した際の反応や、玄武岩混合によって透水係数が小さくなり土壌水分が増加し、微生物呼吸が活発化したことが考えられる。さらに玄武岩10%条件では湛水が発生して地表面からのCO₂放出がなく、土中のCO₂濃度がより高くなったと考えられる。

図4に滴下中の排水の無機炭素量を示す。玄武岩の混合割合が増加するほど排水の無機炭素量が増加した。図2の土壌内CO₂濃度の増加の影響と考えられる。

4. まとめ

今回の実験では破碎玄武岩の混合割合による島尻マーヅへの影響を検討した。玄武岩の混合率を高くするほど、土壌の透水性は低くなった。玄武岩を土壌に混合すると排水の無機炭素量が増加したが、玄武岩が溶解した際に土壌内の平均CO₂濃度が増加しているので、24時間実験では玄武岩散布により炭素固定ができたとは言えない。

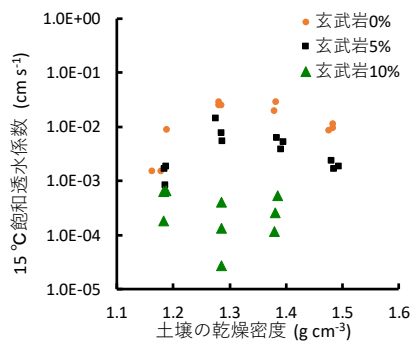


図1 玄武岩の混合試料の15℃飽和透水係数
15°C saturated hydraulic conductivity of the basalt mixed soil

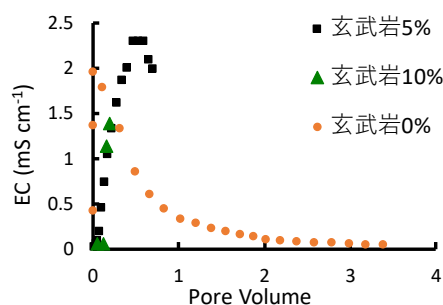


図2 Pore Volume ごとの排水のEC
EC of effluent

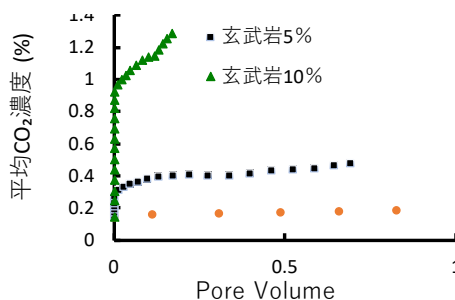


図3 Pore Volume ごとの土壌内の平均CO₂濃度
Average CO₂ concentration in the soil

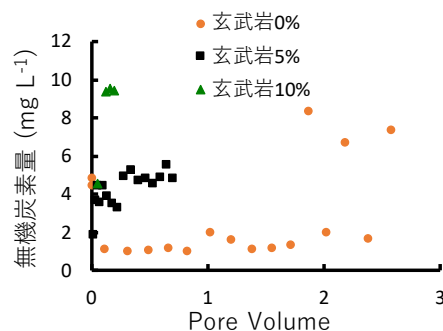


図4 Pore Volume ごとの排水の無機炭素量の変化
Changes of inorganic carbon of effluent

参考文献: Beerling D.J. et al (2020) Potential for large-scale CO₂ removal via enhanced rock weathering with cropland. *Nature* **583** 242-248.