

CO<sub>2</sub>の固定化に基づいた土の安定化処理

## -酸性土における固定化の検討-

Soil stabilization treatment based on CO<sub>2</sub> fixation

## -Improvement in acid soil-

○岩本裕紀\* 中野晶子\*\* 金山素平\*\*

○Iwamoto Y.\*, Nakano A.\*\* and Kanayama M.\*\*

## 1. はじめに

本研究では、海洋中のCから生成され、産業廃棄物として処分されるカキ殻の有効な活用方法を提案するとともに、陸域でのCO<sub>2</sub>の固定化に基づいた土の安定化処理技術が酸性土である玄武岩風化土（おんじゃく）の固化特性に及ぼす影響について検討した。

## 2. 試験方法

カキ殻生石灰を土に混合し、CO<sub>2</sub>と反応させることでCaCO<sub>3</sub>を土粒子間に析出させる。このCaCO<sub>3</sub>が結合剤となった固化体を作製する。本研究においては、カキ殻生石灰のCO<sub>2</sub>吸収量と強度特性を検討するため、バッチ試験とカラム試験（Fig.1）を実施した。カキ殻は細かく粉砕し、電気マッフル炉にて1000℃で1時間燃焼しカキ殻生石灰を作製した。なお、カキ殻の燃焼によってカキ殻生石灰1.0 gの生成で平均0.623 gのCO<sub>2</sub>排出を確認した。

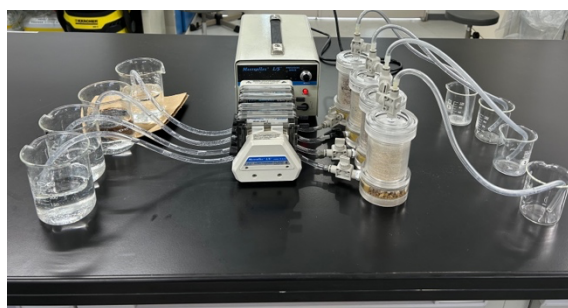


Fig.1 Soil column curing test

## 2-1 バッチ試験

試験管にカキ殻生石灰0.5または1.0 gと炭酸水20または30 mLを加え、任意の時間におけるpH、Ca<sup>2+</sup>濃度、電気伝導度EC、CO<sub>2</sub>吸収量を測定した。なお、反応前後の質量の増加量をCO<sub>2</sub>吸収量とした。

## 2-2 カラム試験と供試体の一軸圧縮試験による強度評価

土試料に対しカキ殻生石灰を質量比0.25でカラムに封入し、試料下部から炭酸水を通水した。養生日数はそれぞれ3、7日とした。土試料の粒径を無調整のものと850 μm以下に調整したものとで分けて試験を実施した。通水後のpH、Ca<sup>2+</sup>濃度、電気伝導度EC、CO<sub>2</sub>吸収量を測定した。カラム試験後、土供試体を一日乾燥し、一軸圧縮試験を実施し土供試体の強度を測定した。

## 3. 試験結果と考察

## 3-1 バッチ試験

Fig.2に試験結果を示す。pHの測定結果より、値の増加がみられるが、これは炭酸水とCaOの反応により、OH<sup>-</sup>が生成したためである。また、Ca<sup>2+</sup>濃度とECの測定結果より、どちらも日数経過とともに増加が見られる。高いpHと豊富なCa<sup>2+</sup>濃度、高いEC値が確認できた。また、CO<sub>2</sub>回収率(カキ殻生石灰1 gに対するCO<sub>2</sub>回収量/カキ殻生石灰1 gに対するCO<sub>2</sub>排出量)は反応1日から高い値を示すこと

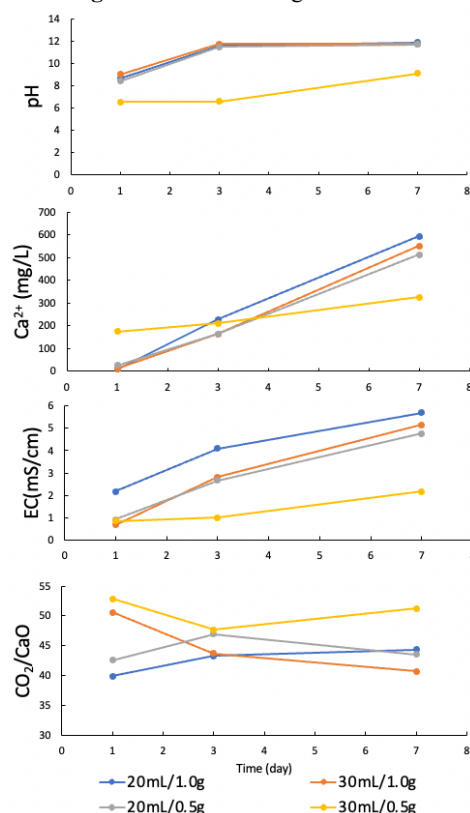


Fig. 2 Variation of each measured value in batch test

\*九州大学大学院生物資源環境科学府\*\*九州大学大学院農学研究科

\*Graduate School of Bioresource and Bioenvironmental Sciences, Kyushu University \*\*Faculty of Agriculture, Kyushu University

キーワード：廃棄カキ殻、CO<sub>2</sub>、安定化処理、一軸圧縮強度、炭酸カルシウム、玄武岩風化土

から 1 日の時点で反応が概ね終了していたことが考えられる。これを踏まえると  $\text{Ca}^{2+}$  濃度の継続的な増加は溶液中のカルシウムが余分に存在していたと考えられる。炭酸水 30mL カキ殻生石灰 0.5 g では炭酸水に対してカキ殻生石灰が不足していたと考えられる。

### 3-2 カラム試験と供試体の一軸圧縮試験による強度評価

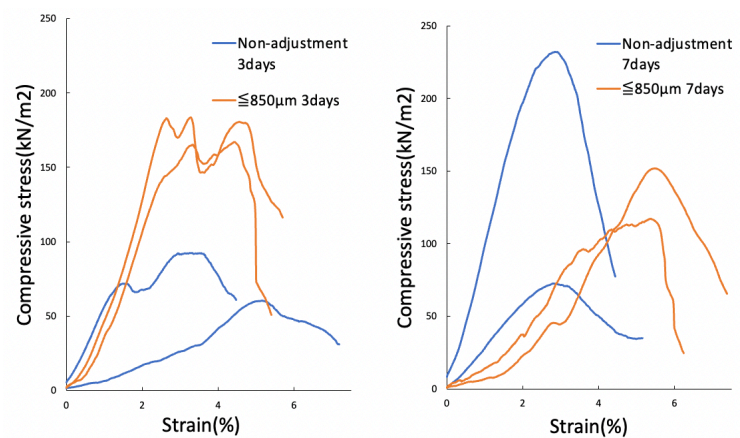
**Fig.4** に一軸圧縮試験で得た応力-ひずみ曲線を示す。無調整のカラムでは養生日数 3 日から 7 日で強度増加が見られたが、データのばらつきが顕著である。これはカラム内の粒径の不均質性が原因で、形成される供試体内の間隙の大きさが異なるため  $\text{CaCO}_3$  の析出も不均質となり、強度にばらつきが見られたと考えられる。一方、粒径を  $850\mu\text{m}$  以下に調整したカラム供試体では、養生日数 3 日から 7 日で強度の低下が見られた。また、応力-ひずみ曲線の初期勾配が小さくなり、供試体の延性が顕著となったことがわかる。**Fig.5** に養生日数と一軸圧縮強度の関係を示す。強度の観点から見ると、粒径  $850\mu\text{m}$  以下の供試体の方が強度は高かった。しかし、養生日数による強度増加は見られず、無調整おんじゃくを使った供試体では  $92.5\text{ kN/m}^2$  から  $232.0\text{ kN/m}^2$ ,  $60.7\text{ kN/m}^2$  から  $72.7\text{ kN/m}^2$  と養生日数の経過による強度増加が見られた。なお、全ての供試体に共通して供試体下部から亀裂が入り破壊していた。これは、本手法において下部から炭酸水の通水を行ったことが原因だと考えられる。通水した炭酸水の pH はカラム内での反応によって上昇することから、カラムの下部は上部と比較して pH が低く維持されていたと考えられる。 $\text{CaCO}_3$  はアルカリ環境下でないと析出しないため、供試体下部は上部と比較して強度が低くなったと推察される。無調整おんじゃく供試体と標準砂供試体の強度を比較すると、標準砂の一軸圧縮強度は 3 日から 7 日にかけて、 $159\text{ kN/m}^2$  から  $327\text{ kN/m}^2$  まで増加しており、7 日における破壊ひずみは 2.2 %であった。無調整おんじゃくの 7 日における強度  $72.7\text{ kN/m}^2$ ,  $232.0\text{ kN/m}^2$  と比べても標準砂の方が高い強度を示した。また、無調整おんじゃくの破壊ひずみは 2.9 %と 2.8 %であり標準砂と比べてわずかに大きい。おんじゃくは標準砂と比べて粘性が高く、細粒分に富むことから、カキ殻生石灰による固化強度特性に影響を及ぼすと考えられる。

**4. まとめ**

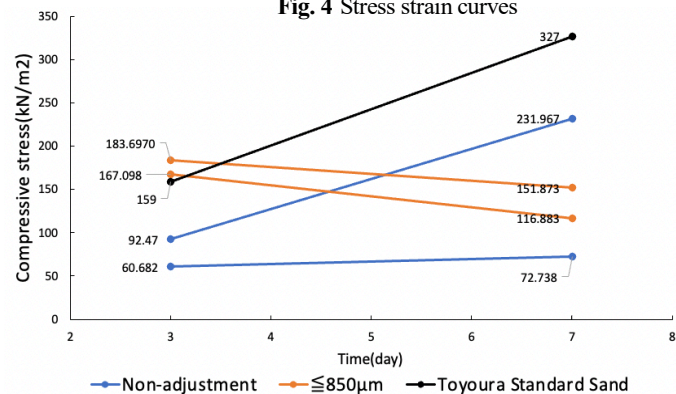
本研究結果から、おんじゃくにカキ殻生石灰を混ぜ炭酸水を通水することで強度が増加することを確認した。カキ殻生石灰を使用して  $\text{CO}_2$  を固定化する土の安定化処理技術がおんじゃくにも適用できることが分かった。しかし、本手法ではカラム下部の固化が不十分となり、 $\text{CO}_2$  回収率を正確に評価することができなかった。そのため、カラム試験での通水方法、カラム作製方法について再検討する必要がある。また、カキ殻生石灰とおんじゃくの質量混合比を 0.25:1 と固定したため、更なる強度増加や反応性の向上のために他の混合比で検討する必要がある。



**Fig.3** Unconfined compression test



**Fig. 4** Stress strain curves



**Fig. 5** Relationship between time and unconfined compressive strength