

土木業界変革を目的とした植物由来粗製 ウレアーゼを用いた地盤固化材開発

安原 英明

国立大学法人愛媛大学大学院
理工学研究科生産環境工学専攻

〈研究背景〉

- ・社会インフラの高度化、防災・減災を目的とした国土強靱化は、我が国の最重要課題
- ・今般のコロナ禍により、土木・建設業界も甚大な影響を受けている

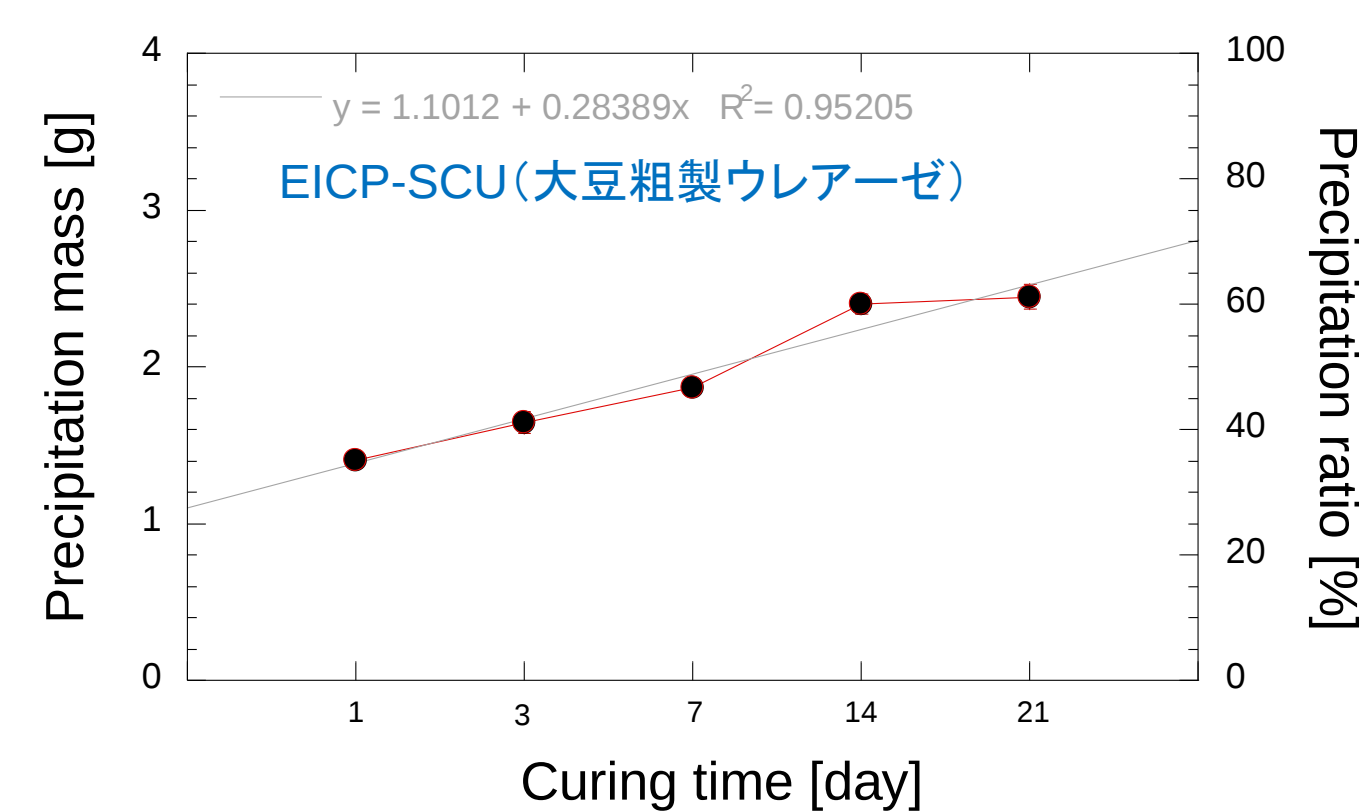
⇒ 三密回避を目的とした労働者時間差勤務が謳われているが、それに伴う土木公共工事（地盤改良整備含む）の中止、遅延が課題

液状化対策

ウレアーゼ活性による尿素加水分解作用を利用して、地盤内に炭酸カルシウムを析出させ、地盤を固化させる技術を開発
この技術により、軟弱地盤を改良し、地震時の地盤液状化リスクを大幅に低減できることが確認

⇒ **現場適用に向けた本技術の高度化を実践することが本研究の主目的**

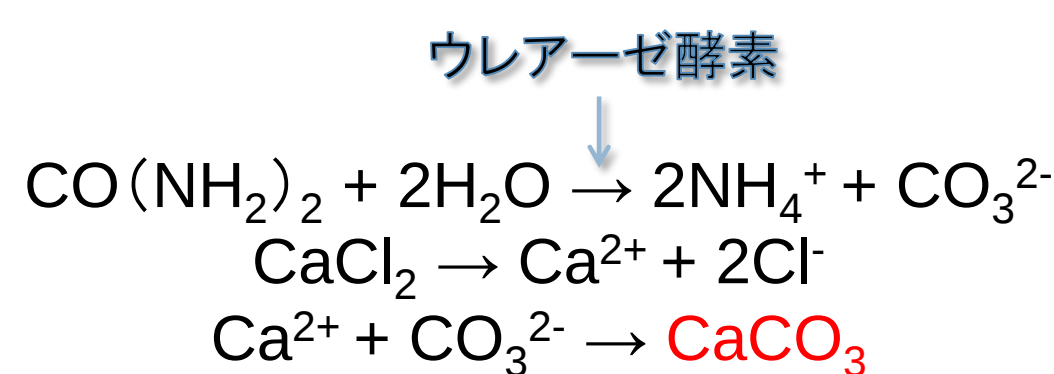
〈試験管試験結果〉



7日以降、析出物の増加が大きくなり、硬化時間14日目以降も一定に保たれている

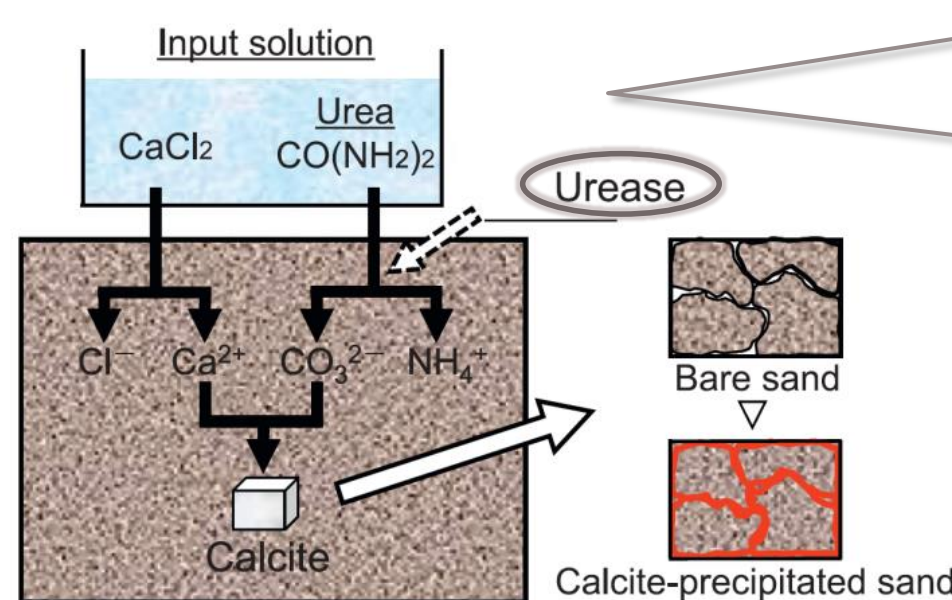
↓
処理試料の強度評価には、7日および14日を養生期間

〈研究背景〉



使用材料

- ・尿素
- ・ウレアーゼ
- ・塩化カルシウム
- ・水



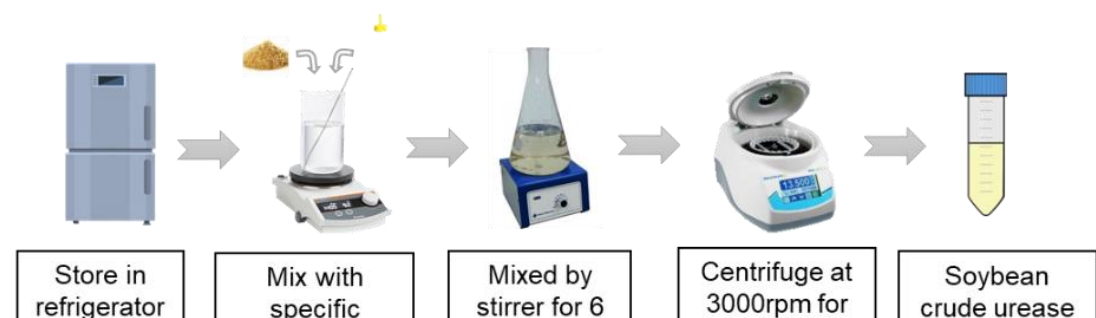
商用ウレアーゼ
(数100 円/g)

高コスト

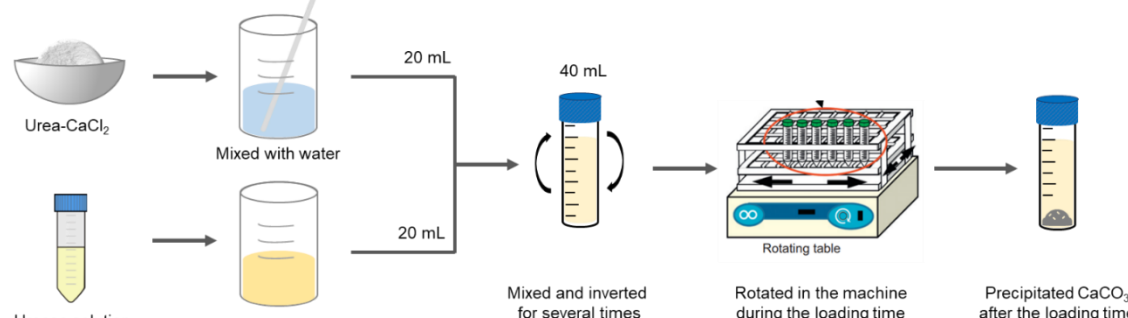
植物由来ウレアーゼ

植物由来ウレアーゼの性能評価

〈試験管試験〉

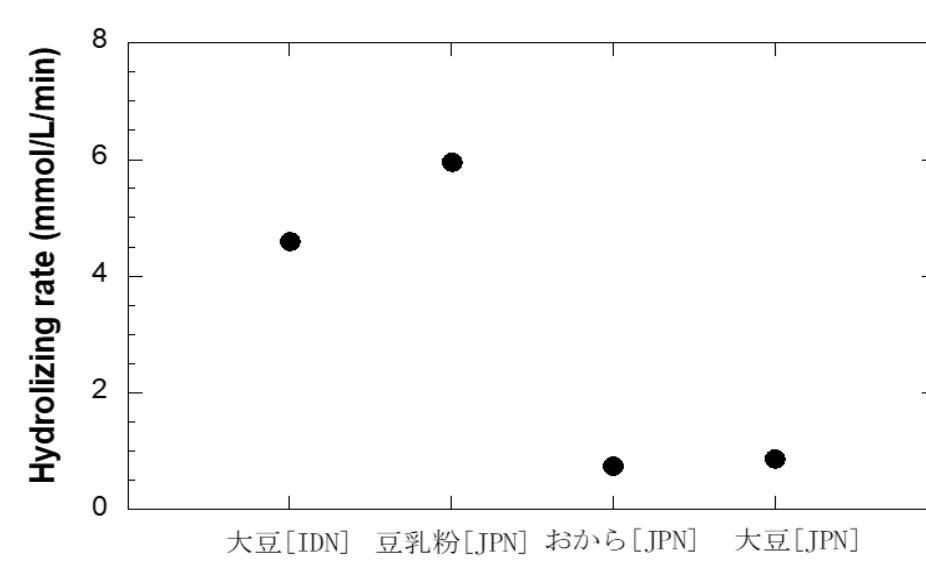


粗製ウレアーゼ抽出方法

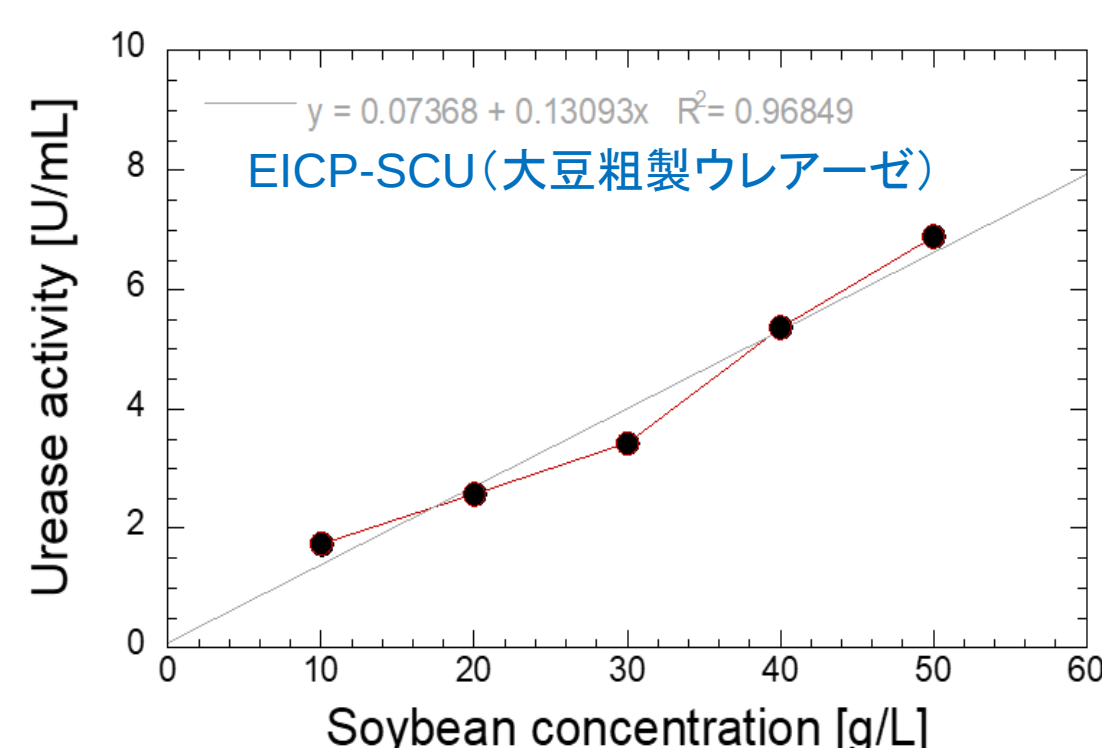


試験管試験の手順

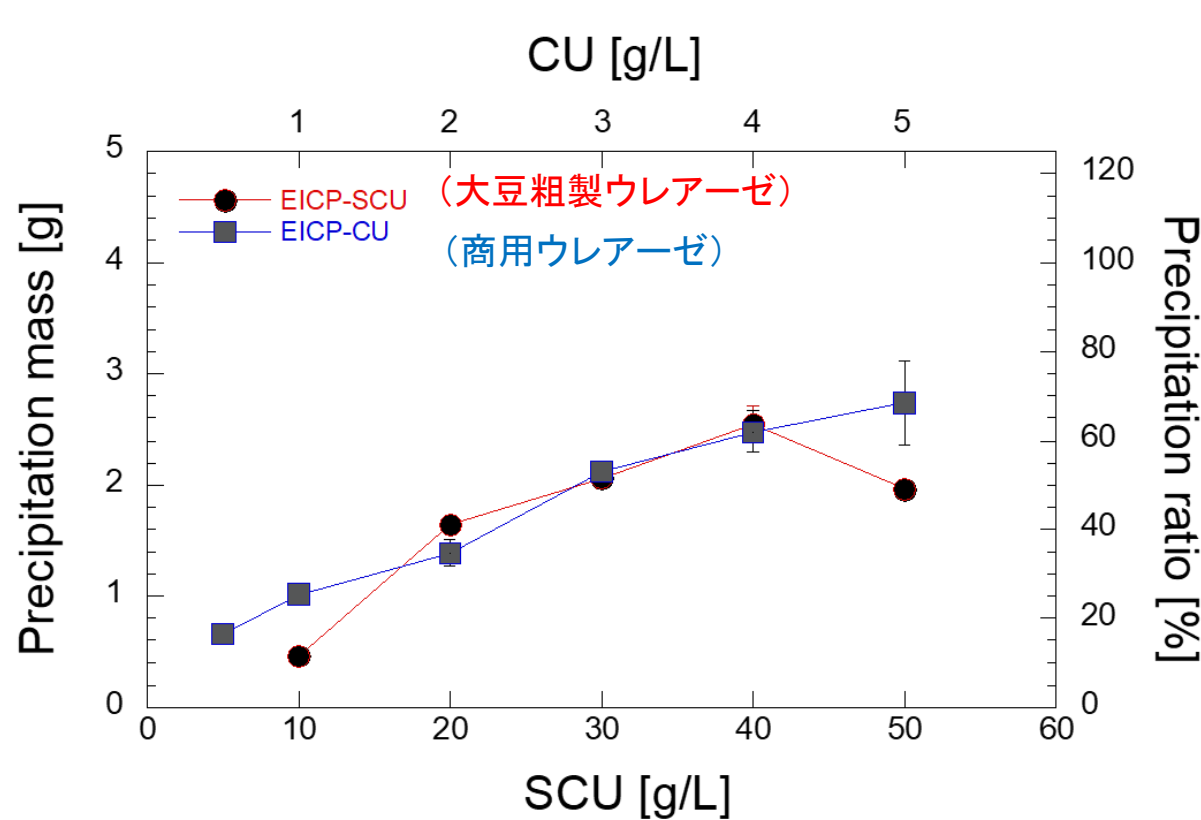
〈試験管試験結果〉



コスト的に優れており、加水分解速度も高い大豆粉(インドネシア産)を使用

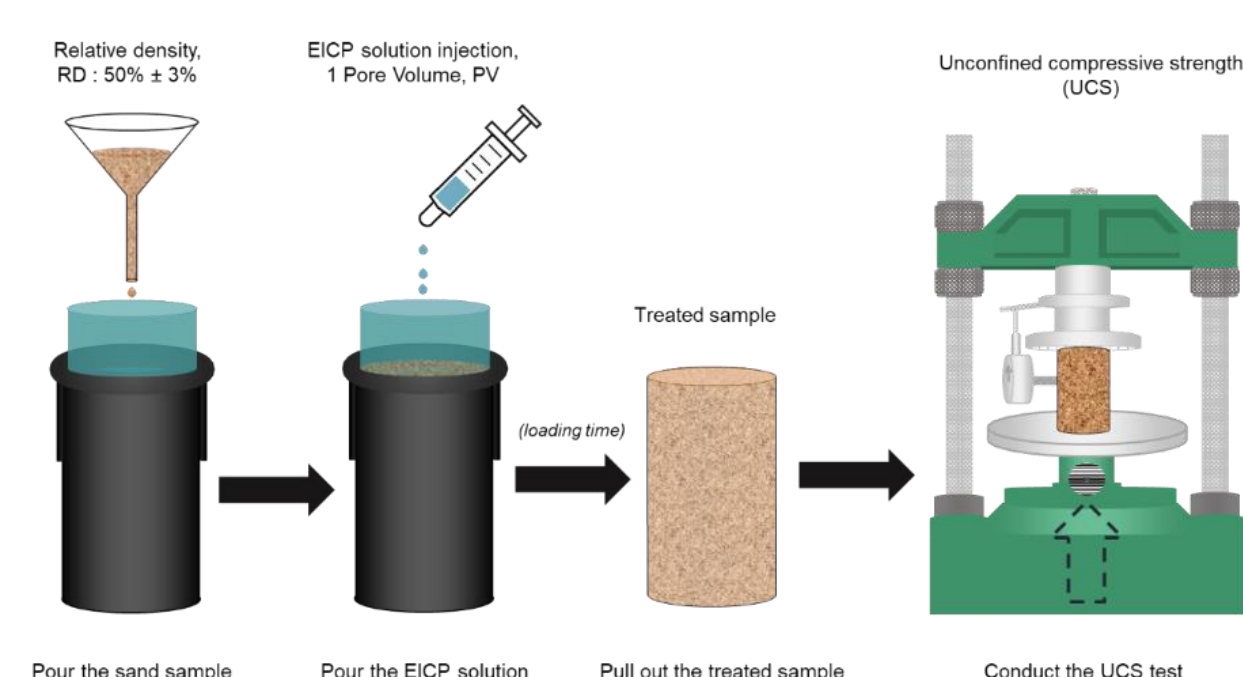


濃度の上昇に伴いウレアーゼ活性が上昇



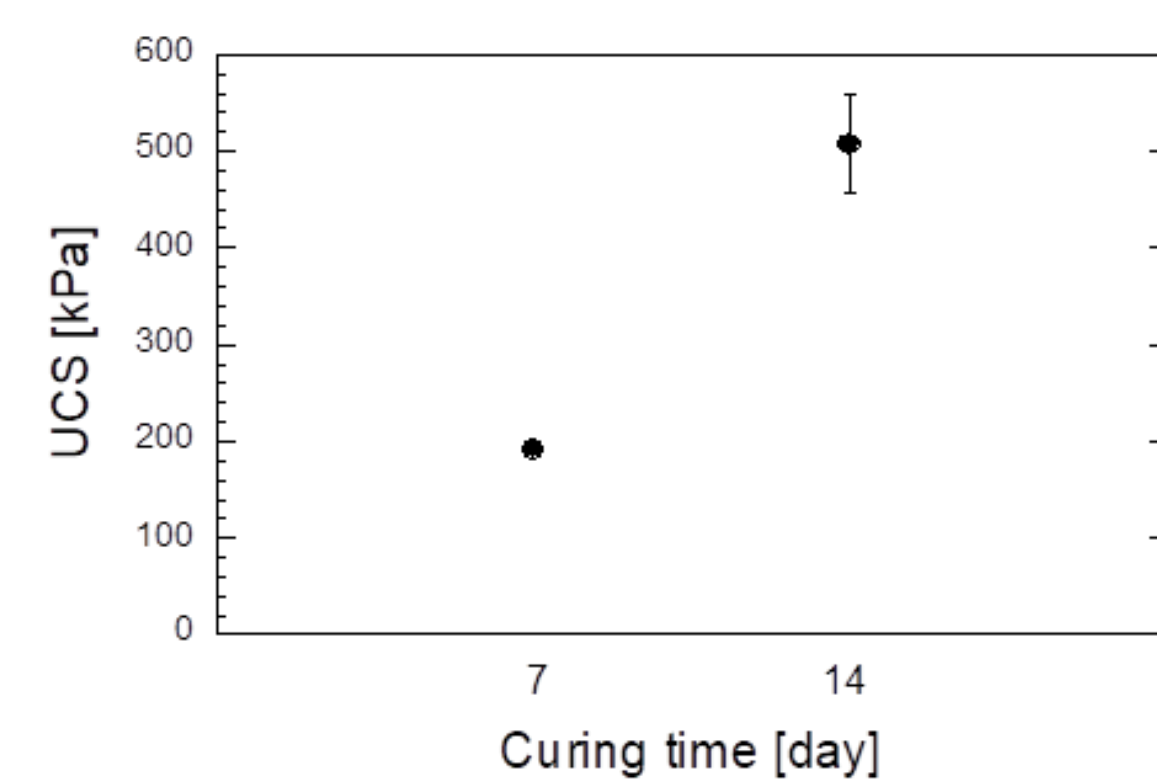
注入材に添加するウレアーゼの濃度が高いほど、より多くの炭酸カルシウムが沈殿する

〈一軸圧縮試験〉



- ・実験に用いたPVC容器は、直径が5 cm、高さが10 cm
- ・SCUまたはCU、尿素、 CaCl_2 溶液を含む注入溶液75mLを、円筒に注入
- ・7日間および14日間の養生期間の後、PVC容器から改良体を取り出した
- ・再現性を確認するために、各条件で2回の試験を行った

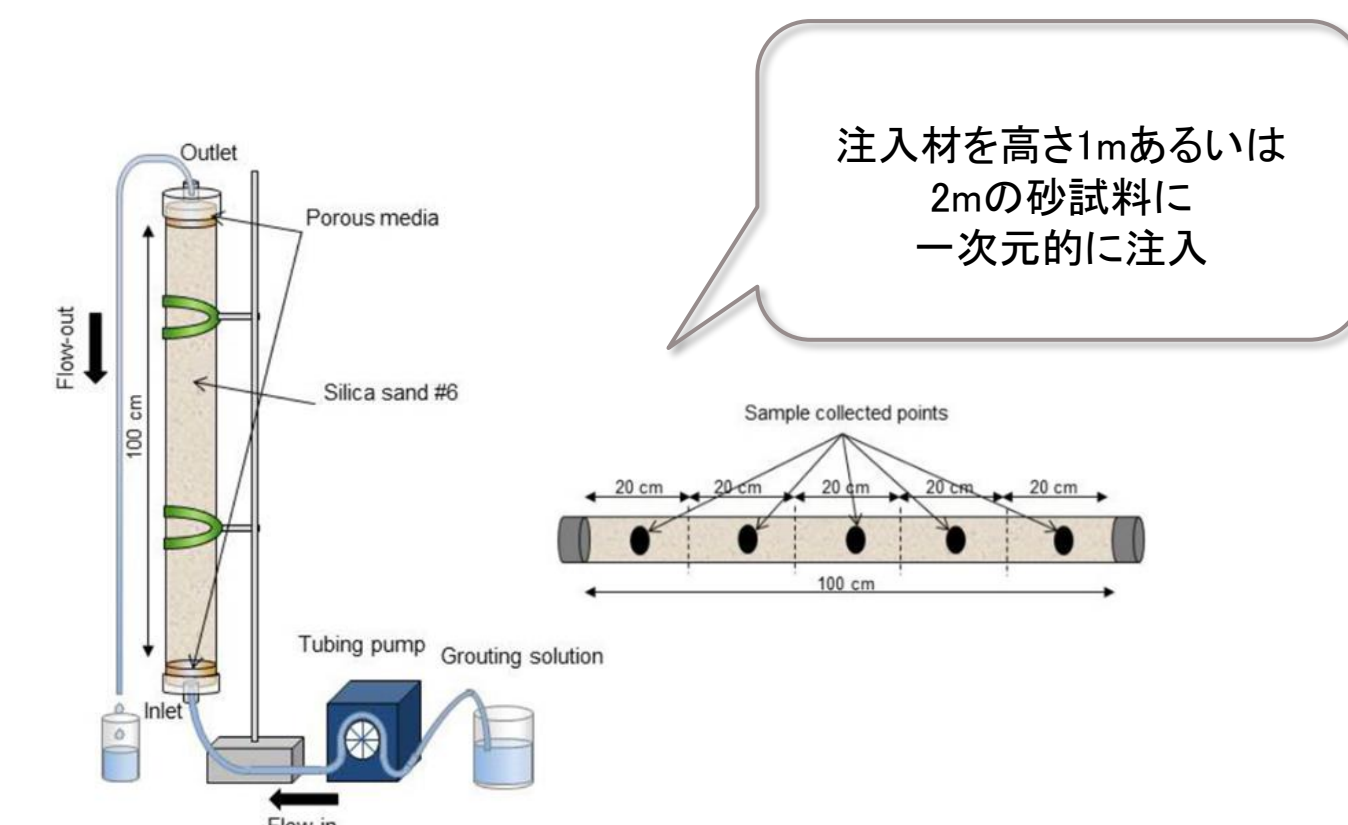
〈圧縮試験〉



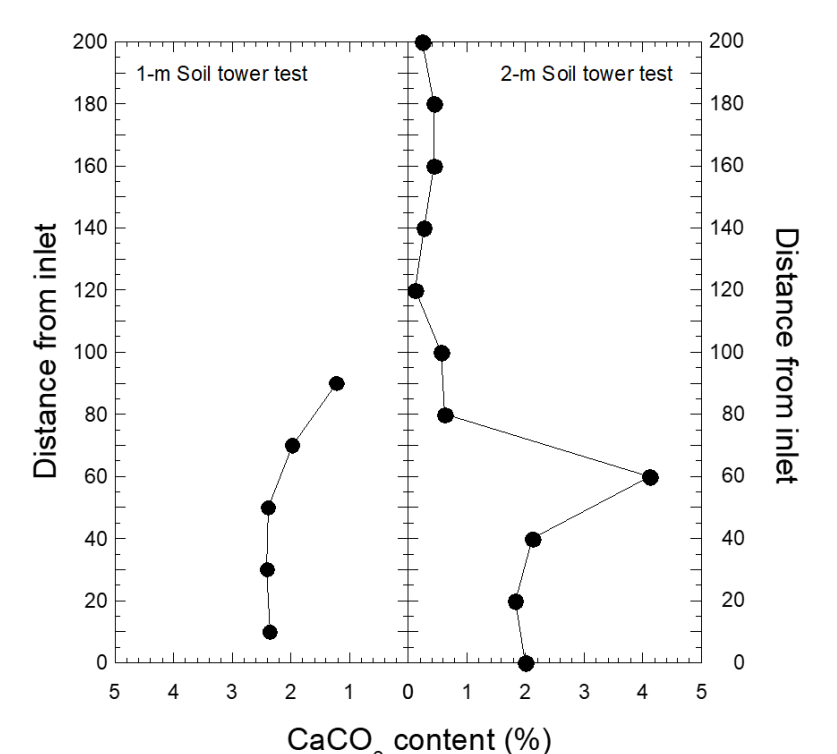
養生期間7日及び14日でそれぞれ191.2kPa、507.7kPa

⇒ **養生期間は改良体のUCSの変化に大きく影響を与える**

〈カラム試験〉



注入材を高さ1mあるいは2mの砂試料に一次的に注入



沈殿した炭酸カルシウムは、注入口10cmから50cmまでは比較的均一に分布し、塔頂に到達するまでに徐々に沈殿量が減少したと考えられる
2mカラム試験においては、炭酸カルシウムは注入口付近に集中している

〈結言〉

- ✓ 大豆粉由来の粗製ウレアーゼは、市販のウレアーゼ酵素よりも価格を1/10以下に抑えることができる可能性が示され、その性能も市販のものと同程度得られる
- ✓ 大豆粗製ウレアーゼを注入材に用いて改良した改良体の一軸圧縮試験を実施したところ、十分に高い強度を発現できることを確認し、その改良効果は養生期間に比例して高くなることが判明
- ✓ 1m及び2mのカラム試験を実施し、注入材の浸透性能を確認したところ、注入口から1m程度は概ね均質に炭酸カルシウムを沈殿させることができる

今後の課題

2mカラム試験では、均質な沈殿結果を得られなかったため、更なる試験データの蓄積が必要であることが判明した。今後も試験を積み重ね本技術を改良・改善することで現場適用を目指す。