

【成果情報名】 土壌改良資材のナノ加工による施用効果の向上

【要約】 石灰をナノ加工することで、土壌下方への移動が容易になる。リン鉱石をナノ加工し、酸性土壌にヘクタールあたり 1,000 kg 施用することによって、土壌酸度が矯正されるとともに、植物体にリンが吸収され、植物の生育が良くなる。

【キーワード】 リン鉱石、石灰、ナノ加工、酸性土壌、有効態リン、交換性アルミニウム

【所属】 国際農林水産業研究センター 熱帯・島嶼研究拠点

【分類】 研究

【背景・ねらい】

世界の熱帯地域の 43% を占める酸性土壌では、土壌の酸性が有効態リン、カルシウムの低下やアルミニウム等の毒性を引き起こす原因となり、農業生産上の深刻な問題となっている。低リン土壌の改善や酸度矯正のため通常、リン酸肥料や石灰が施用されるが、価格の上昇や肥効上の問題等があり、代替資材の開発や資材の改良が望まれている。リン鉱石はアフリカ等発展途上国を含む全世界に分布し、安価で入手可能なリン資源であり、含まれる石灰分による酸度矯正効果も期待されるが、水への可溶化率が低く実用的でない。石灰は土質、水分の有無等を問わず難移動性で、土壌表層から年間数 cm しか下方移動しない(Caires et al., 2005)ため、下層土の酸度を矯正するためには、鋤き込み作業が必ず必要になる。これらの問題を解決するため、肥料等資材のサイズをできるだけ小さくすることが有効であることが示唆、提案されている(Devinita et al., 2018, Liu and Lal 2015)。

ナノ加工技術は物質のサイズをナノレベルまで小さくすることができるため、とりわけ不耕起条件での物質の土壌表層からの下方移動を容易にし、また物質の表面積を増やすことによって土壌や土壌水等との化学反応を促進することが期待される。そこで石灰やリン鉱石をナノ加工（図 1）することにより、酸度矯正機能やリン酸肥料としての施肥効率の改善・向上を目指す。

【成果の内容・特徴】

1. 酸性土壌（石垣島産の国頭マージ）を詰めたカラム試験において、ナノ加工した石灰は表層施用後速やか（40 日）に土壌の下方（10~20 cm）へ移動する。
2. 移動したナノ加工石灰は、少量（40~80 kg ha⁻¹）で酸性土壌の pH を矯正するとともにアルミニウム毒性を緩和する（図 2）。
3. ブルキナファソ産のリン鉱石をナノ加工（図 1）することにより、鉱石中のクエン酸可溶リン（2%クエン酸抽出）が 6%から 22%に改善される。
4. ナノ加工リン鉱石を酸性土壌へ施用することにより、酸度が矯正され、有効態リンが増加するなど、作物にとってより良い生育環境となる（図 3）
5. 1,000 kg ha⁻¹ (120 kg P ha⁻¹)のナノ加工リン鉱石を施用した時に、アルカリ性土壌を好むホウレンソウで十分な生育が得られる（図 4）。

【成果の活用面・留意点】

1. 本研究はブルキナファソ産リン鉱石を用い、石垣島産の国頭マージ土壌に施用して得られた成果であり、別の鉱床から得られたリン鉱石や異なる土壌を用いる場合は別途、成分分析や植物への施用効果に関する試験を行う必要がある。
2. リン鉱石を実際の農業現場へ適用する際、ナノ加工リン鉱石の連続施用効果、石灰や過リン酸石灰との経済性比較などについて、現場の栽培・環境条件で検討を行う必要がある。

【具体的データ】

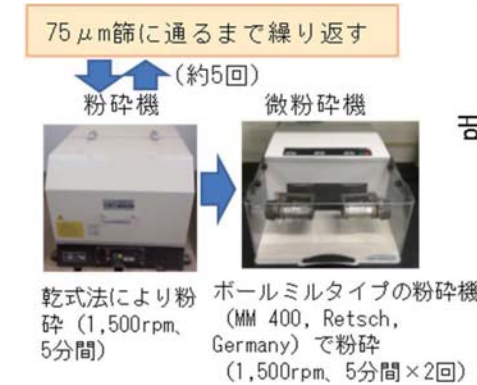


図 1 ナノ加工の工程

ブルキナファソ産リン鉱石を使用
100 nm 程度まで加工が可能

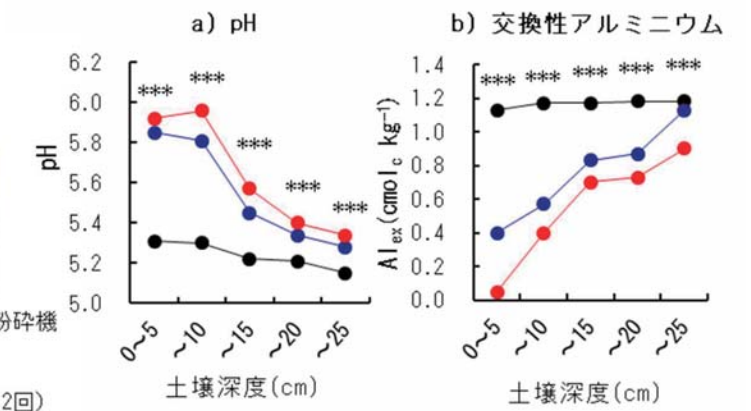


図 2 ナノ加工石灰の移動に伴う土壌化学成分の変化

ナノ加工石灰施用 40 日後の結果。***; $p < 0.001$ (ANOVA).
植物に対するアルミニウム毒性の閾値; 0.56 cmolc kg⁻¹
● 0 kg ha⁻¹ ● 8 kg ha⁻¹ ● 80 kg ha⁻¹

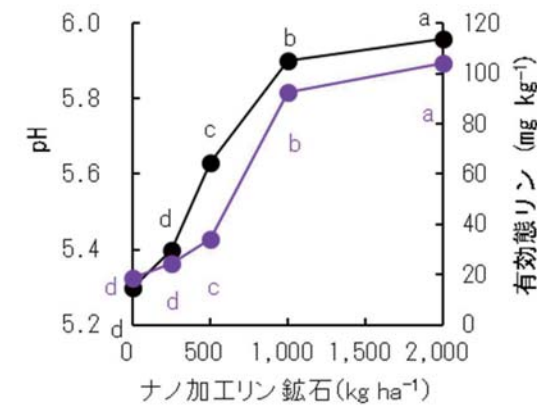


図 3 ナノ加工リン鉱石施用による土壌化学成分の変化

ナノ加工リン鉱石 70 日後（ホウレンソウ播種前 21 日間培養+播種後 49 日）の結果。各成分の異なるアルファベットは 5%水準で有意差があることを示す (Tukey HSD 法)。● pH ● 有効態リン

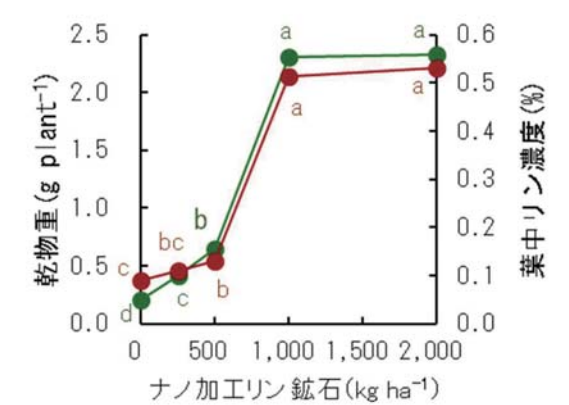


図 4 ナノ加工リン鉱石施用がホウレンソウの生育に及ぼす影響

ナノ加工リン鉱石施用 70 日後（ホウレンソウ播種前 21 日間培養+播種後 49 日）の結果。各成分の異なるアルファベットは 5%水準で有意差があることを示す (Tukey HSD 法)。● 乾物重 ● 葉中リン濃度

【その他】

研究課題：アジア・太平洋島嶼水利用制限地域における資源保全管理技術の開発

プログラム名：開発途上地域における持続的な資源・環境管理技術の開発

予算区分：交付金 [アジア・島嶼資源管理]

研究期間：2019 年度（2016~2020 年度）

研究担当者：大前英、Abd El-Halim AA（タンタ大学）

発表論文等：Abd El-Halim AA and Omae H (2019) Soil Science and Plant Nutrition, 65(4):386-392
Abd El-Halim AA and Omae H (2019) Soil Use and Management, 35:683-690