

晶析脱りん法による回収物の肥料利用に関する検討

佐賀大学大学院 ○正 小島利広
九州共立大学工学部 正 森山克美
佐賀大学 理工学部 正 古賀憲一

1. はじめに

晶析脱りん法は、りん鉱石を種晶に用い、下水二次処理水に残留するりんを除去する三次処理法として知られている。一方、筆者らは、けい酸カルシウム水和物の造粒物を種晶に用いた晶析脱りん法の適用研究において、汚泥処理の脱水分離液のように、りん酸りん濃度 10~80mg/l 程度の高濃度りん排水にも適用可能なことを実証し、75%~80%の除去率を得ている¹⁾。除去されたりんは、種晶の表面にヒドロキシアパタイト (HAp) として析出するので、りん回収は種晶の引き抜きによって行われる。晶析したヒドロキシアパタイトの植物利用可能性は既に確認されている²⁾ものの、肥料効果について検討課題が残されている。本研究では、りん酸含有率がりん酸質肥料の保証値に達した回収物について、肥料としての適性を検討した。

2. 試験方法

回収物について重金属含有率を測定し、さらに肥料取締法に定められる植物に対する害に関する栽培試験(以下植害試験と略記)と肥効試験とを実施した。

2.1 試料

晶析脱りん法による回収物を乾燥し試料とした。晶析脱りんの流入原水は、A2/O 法で発生した混合汚泥を嫌気攪拌、固液分離したものである。そのりん酸りん濃度は、20mg/l~80mg/l であった。図-1に回収物断面のりん分布を示す。植害試験には市販の焼成りん肥、肥効試験では熔成りん肥を各々対照肥料として用いた。

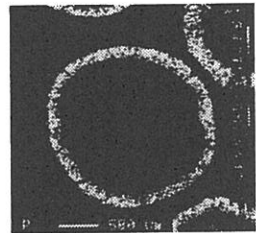


図-1 回収物断面におけるりんの分布 (EPMA)

2.2 試験条件

植害試験と肥効試験に用いた回収物と対照肥料の主要成分を表-1に、試験条件を表-2にそれぞれ示す。

回収物の可溶性けい酸は、種晶由来である。

植害試験は小松菜、肥効試験では広島菜を栽培した。

両試験の試料は粉碎して供されるが、実際の施肥を考慮し、1年間貯蔵した回収物を粒状(2~3mm:対照肥料も同様)のまま用いた肥効試験も実施した。

熔成りん肥Aは、肥効試験(粉碎試料)に、熔成りん肥Bは、肥効試験(粒状試料)に用いた。

表-1 植害試験と肥効試験に用いた回収物と対照肥料の主要成分

| 試料 | りん酸 (P ₂ O ₅ %) | | 石灰 (CaO %) | けい酸 (SiO ₂ %) | |
|--------|---------------------------------------|--------|------------|--------------------------|--------|
| | 全りん酸 | く溶性りん酸 | | 全けい酸 | 可溶性けい酸 |
| 回収物 | 16.19 | 16.04 | 38.12 | — | 11.08 |
| 貯蔵後回収物 | 16.20 | 15.67 | 38.53 | 20.76 | — |
| 熔成りん肥A | 22.08 | 21.90 | 33.31 | — | 22.65 |
| 熔成りん肥B | 21.31 | 20.82 | 33.38 | — | — |
| 焼成りん肥 | — | 35.71 | — | — | — |

表-2 植害試験と肥効試験の条件

| 試験項目 | 試験区 | 成分量 P ₂ O ₅ (mg/㎡) | 備考 |
|-------------|--------|--|---|
| 植害試験 | 基準量区 | 50 | 全ての試験区に、N、P ₂ O ₅ 、及び K ₂ O としてそれぞれ 25mg に相当する量の硫酸アンモニア、過りん酸石灰及び塩化加里を施肥した。 |
| | 2倍量区 | 100 | |
| | 3倍量区 | 150 | |
| | 無機基礎量区 | — | |
| 肥効試験 (粉碎試料) | 0.35g | 350 | 全ての試験区に、N、K ₂ O としてそれぞれ 500mg に相当する量の硫酸アンモニア、塩化加里を施肥した。 |
| | 0.70g | 700 | |
| | 無りん酸区 | — | |
| 肥効試験 (粒状試料) | 0.50g | 500 | 全ての試験区に、N、K ₂ O としてそれぞれ 700mg に相当する量の硫酸アンモニア、塩化加里を施肥した。 |
| | 1.00g | 1000 | |
| | 無りん酸区 | — | |

3. 試験結果および考察

3.1 重金属含有率

種晶と回収物の As, Cd, Hg, Ni, Cr, Pb 含有率を表-3に示す。

表-3 種晶と回収物の重金属含有率 (mg/kg)

| 試料 | As | Cd | Hg | Ni | Cr | Pb |
|----------|-----|-----|-------|------|------|------|
| 種晶 (通水前) | 13 | 0.6 | 0.004 | 87 | 78 | 74 |
| 回収物 | 2 | 0.5 | 0.013 | 91 | 63 | 21 |
| 汚泥肥料規格 | <50 | <5 | <2 | <300 | <500 | <100 |

回収物のりん酸含有率が 16%程

度まで増加したのに比較し、重金属含有率の増加は少ない。回収物の As と Pb 含有率が、通水前の種晶よりも低下している。種晶への HAp 析出によって、含有率が低下したものと推測される。種晶由来の重金属含有量は割合が高く、種晶の原料を厳選することによって、重金属含有率を低下させることは可能と考えられる。

3.2 植害試験

いずれの試験区においても、発芽率は 100%であった。発芽後の生育状況も良好であり、有害物による生育上の異常症状は認められなかった (写真-1)。

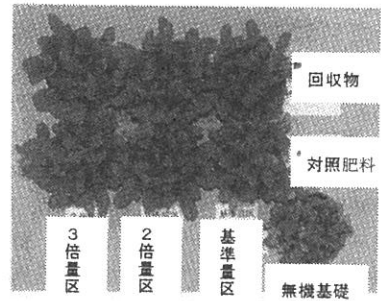


写真-1 植害試験発芽状況

3.3 肥効試験

肥効試験結果を表-4に示す。写真-2は、粒状試料の成育状況である。粉碎試料と粒状試料の両肥効試験の結果は、市販のりん酸質肥料と同等以上の成績を示した。粒状試料では、1年間貯蔵した回収物を用いた。貯蔵前後における、く溶性りん酸の含有率に大きな変化はなく (表-1参照)、肥効試験結果も良好であった。

これら肥効試験の結果から、回収物の肥効が市販のりん酸質肥料と同等以上であることが確認された。

表-4 肥効試験結果

| 試験項目 | 試験区 | 生育調査 (地上部生葉) | | 作物体によるりん酸吸収 | |
|-------------|-------|--------------|-----|-------------|-----|
| | | 平均重量 (g) | 指数 | 平均吸収量 (mg) | 指数 |
| 肥効試験 (粉碎試料) | 0.35g | 56.9/35.9 | 158 | 23.9/14.0 | 171 |
| | 0.70g | 73.6/55.0 | 134 | 37.6/25.6 | 146 |
| | 無りん酸区 | 10.3/35.9 | 29 | 2.8/14.0 | 20 |
| | | 10.3/55.0 | 19 | 2.8/25.6 | 11 |
| 肥効試験 (粒状試料) | 0.50g | 37.3/30.9 | 121 | 16.0/11.5 | 139 |
| | 1.00g | 43.5/39.7 | 110 | 18.9/15.8 | 120 |
| | 無りん酸区 | 10.2/30.9 | 33 | 2.8/11.5 | 24 |
| | | 10.2/39.7 | 26 | 2.8/15.8 | 18 |

注) 平均重量と平均吸収量は、回収物 (または無りん酸区) / 対照肥料

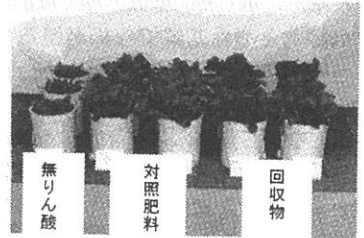


写真-2 肥効試験結果 (粒状試料)

4. まとめ

けい酸カルシウム水和物を造粒した種晶を用いた晶析脱りん法によるりん除去回収物の、りん酸質肥料としての適性について検討した。その結果以下の知見を得、回収物がりん酸質肥料として利用可能であることを確認した。

- ①回収物のく溶性りん酸含有率は、長期貯蔵後も大きな変化はない。
- ②回収物の有害重金属含有率の増加は、りん酸含有率の増加に比較し、少なかった。
- ③回収物は植物の発芽・生育に害を与えず、市販のりん酸質肥料と同等以上の肥効を示した。

最後に、本研究の遂行にあたりご協力いただきました (財) 日本肥糧検定協会の皆様には謝意を表します。

参考文献

- 1) 森山克美, 三縄義和, 小島利広, 福島祐一, 松本忠司: けい酸カルシウム水和物を種結晶とした晶析脱りん法, 下水道協会誌, Vol.37, No.455, pp.107~119, 2000
- 2) 高橋礼重, 三縄義和, 森山克美: 晶析脱りん法種結晶材 (珪酸カルシウム水和物) の肥料への適用性について, 第37回下水道研究発表会講演集, pp.533~535, 2000