

晶析脱りん法回収物のりん酸質肥料としての適性

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

1. はじめに

閉鎖性海域等の水質保全と資源循環の観点から、下水処理場におけるりんの排出量削減と共に、りん回収技術の確立が求められている¹⁾。筆者らは、けい酸カルシウム水和物を種晶に用いた晶析脱りん法を污泥処理の脱水分離液（りん濃度 10～80mg/l 程度）からのりん除去に適用し、75%～80%の回収率を得ている²⁾。晶析脱りん法の特長は回収物の易分離性にあり、種晶表面にヒドロキシアパタイトとして固定されたりんは、種晶引き抜きによって回収される。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³⁾ものの、肥料効果について検討課題が残されていた。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、肥料効果の観点から評価した。

2. 試験方法

晶析脱りん法による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てい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。晶析脱りんの対象原水は、A2/O 法で運転する下水処理場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。そのりん酸態りん濃度は、20mg/l～80mg/l であった。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。試験に用いた回収物と対照肥料の主要成分を表－1に示す。回収物の可溶性けい酸は種晶由来である。

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_2O_5 %)		石灰 (CaO %)	けい酸 (SiO_2 %)	
	全りん酸	可溶性りん酸		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	—	—	—

2.2 試験条件

試験条件を表－2に示す。

植害試験に用いた植物は小松菜、肥効試験では広島菜を用いた。

両試験の肥料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（2～3 mm：対照肥料も同様）のまま施肥し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－2 植害試験と肥効試験の条件

試験項目	試験区	成分量 P_2O_5 (mg/ポット)	備考
植害試験	基準量区	50	全ての試験区に、N, P_2O_5 , 及び K_2O 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_2O 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_2O 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	—	

キーワード：りん回収、晶析、ヒドロキシアパタイト、肥料、重金属、下水処理

〒100-8117 東京都千代田区大手町 1-5-1 三菱マテリアル㈱ TEL03-5252-5308 FAX03-5252-5344

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。

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、含有率が相対的に低下したものと推測される。

3.2 植害試験

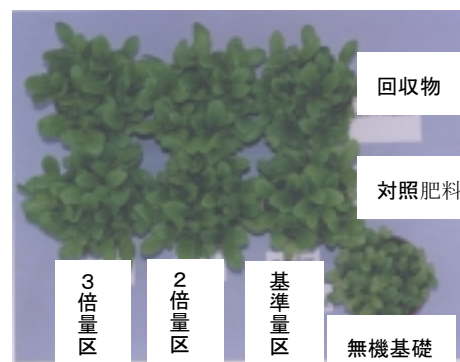
いずれの試験区においても、発芽率は 100% であった。発芽後の生育状況も良好であり、有害物による生育上の異常症状は認められなかった（写真－1）。

3.3 肥効試験

肥効試験結果を表－4 に示す。写真－2 は、粒状試料の生育状況である。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。

表－3 種晶と回収物の重金属含有率（mg/kg）

試料	A s	C d	H g	N i	C r	P b
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



写真－1 植害試験発芽状況

表－4 肥効試験結果

試験項目	試験区	生育調査（地上部生茎葉）		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。以下の知見を得、回収物が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には、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。

なお、2003 年 3 月に肥料取締法公定規格が改正され、下水処理場で回収されたりん酸が副産りん酸肥料（普通肥料）に加えられた。MAP 法と共に晶析脱りん法回収物の肥料利用が可能となり、下水処理場におけるりん資源回収の選択肢が増えた。

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謝意を表します。

* 参考文献 *

- 1) 稲森悠平, 野田尚宏, 須藤隆一: 循環の時代を踏まえた窒素, リン回収と資源化技術の動向, 資源環境対策, Vol.37, No.2, pp.141～146, 2001
- 2) 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
- 3) 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