

発泡ガラスが吸着した下水処理中残存リンの有効活用

[平成 23～25 年度]

坂本浩介・中澤亮二*・南 晴文*²・金牧 彩・松浦里江・小倉裕司*³・中林和重*³
(生産環境科・*産技研・明大*³) *²現緑化森林科

【要 約】発泡ガラスは畜産汚水を処理すると約 17%のリン酸を表面に吸着する。分離したリン酸カルシウムには全リン酸が約 16%含まれており、市販リン酸肥料と同様にリン酸肥料として利用可能である。

【目 的】

都内の下水処理水には未利用資源となる 2～4 ppm のリン酸が残存し、東京湾の富栄養化を防止するため除去が求められている。一方、薄型テレビの増加に伴い、ブラウン管テレビは大量に廃棄されており、その画面ガラスは資源化が求められている。画面ガラスはドロマイトと混合・焼成すると発泡体（以後、発泡ガラス）となり、リン酸吸着資材として利用できることが産技研により確認されている（図 1）。

そこで、下水処理水に残存するリン酸を発泡ガラスで効率よく吸着・回収し、肥料として利用することを目指して、発泡体で回収したリン酸の肥料効果を明らかにする。

ただし、本試験は震災の影響により下水処理水を使用することが困難になったため、途中より代替試験として畜産汚水を対象とした試験を実施した。

【成果の概要】

1. 500mL のリン酸二水素カリウム水溶液（リンとして 1 ppm）中に 100g の発泡ガラスを浸漬し、毎日水溶液を更新して吸着させると 30 日間で約 93%のリン酸が回収できた（図 2）。また、発泡ガラスを下水処理水中で吸着させると、約 0.45%のリン酸を吸着した。
2. リン酸二水素カリウム水溶液で吸着させた発泡ガラス（リン酸濃度 0.56%）を用いてトマトとホウレンソウのポット栽培試験を行ったところ、市販肥料である過リン酸石灰と同等の肥効が確認された（図 3）。
3. 従来のペレット型発泡ガラスでは、処理水中に設置する際に強度不足で表面が削れる問題が発生したため、密度を高めて硬度を上げた新型の発泡ガラスを試作した（図 4）。試作品のリン酸吸着能力の確認のため、よりリン酸濃度の高い畜産排水（試験期間中の平均リン酸濃度約 19ppm）で吸着させると、約 9 週間後にほぼ上限に達し、発泡ガラスの重量に対してペレット型で 2.65%、新型で 1.59%のリン酸が回収された（図 5）。
4. 吸着したリン酸を分析すると、植物が利用しにくい形態が多く有効成分の割合が少なかった。また、新型の方が表面のリン酸吸着量が多く、粉碎せずにより高い濃度のリン酸を回収できることが示唆された（表 1）。
5. リン酸が吸着した発泡ガラスに溶出・沈殿処理（図 6）を加えると、リン酸成分が約 16%含まれるリン酸カルシウムが分離できた（図 7）。また、このリン酸カルシウムと市販のリン酸肥料の特性を比較したところ、緩効性のリン酸肥料である熔リンに近い性質を示した（表 2）。
6. 発泡ガラスから分離したリン酸カルシウムの肥効を確認するため、対照として市販の

リン酸肥料と比較してハウレンソウをポット栽培すると、生育に差はみられなかった(図8, 図9)。また栽培後の土壌中のリン酸濃度および植物体中のリン酸濃度も同程度であった(図10, 図11)。

7. まとめ：強度を増した新型の発泡ガラスは畜産汚水を処理すると表面に約17%のリン酸を吸着することができる。また、リン酸が吸着した発泡ガラスから溶出・沈殿処理を加え分離したリン酸カルシウムは緩効性のリン酸肥料と似た性質を示し、市販リン酸肥料と同様に使用可能である。

【成果の活用・留意点】

1. 発泡ガラスは土壌中に混和し栽培を行っても、作物に有害成分が吸収されないことから、多孔質軽量培地としても利用できる可能性がある。
2. 本試験は産技研・明治大との共同研究であり、特開 2009-274040「無機多孔質体、無機多孔質体の再生方法及び無機多孔質体の製造方法」、特開 2011-26141「ガラス発泡体、ガラス発泡体を含むリン酸吸着剤、ガラス発泡体を含む植物育成用培地及びガラス発泡体の製造方法」、特願 2011-283724「造粒体、造粒体の製造方法、水質浄化装置、リン酸肥料、及び土壌改良材」に関する試験である。

【具体的データ】



図1 発泡ガラス (ペレット型)

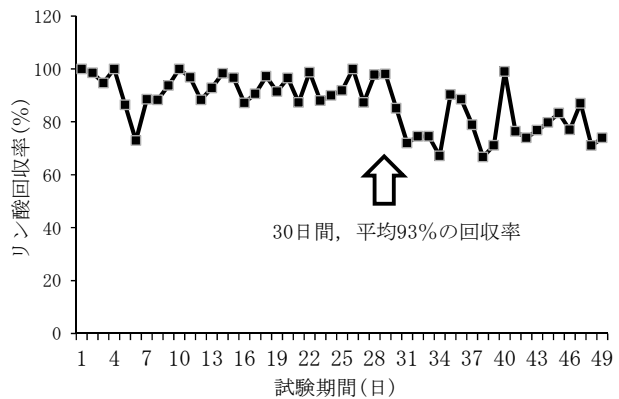


図2 発泡ガラスのリン酸吸着能力

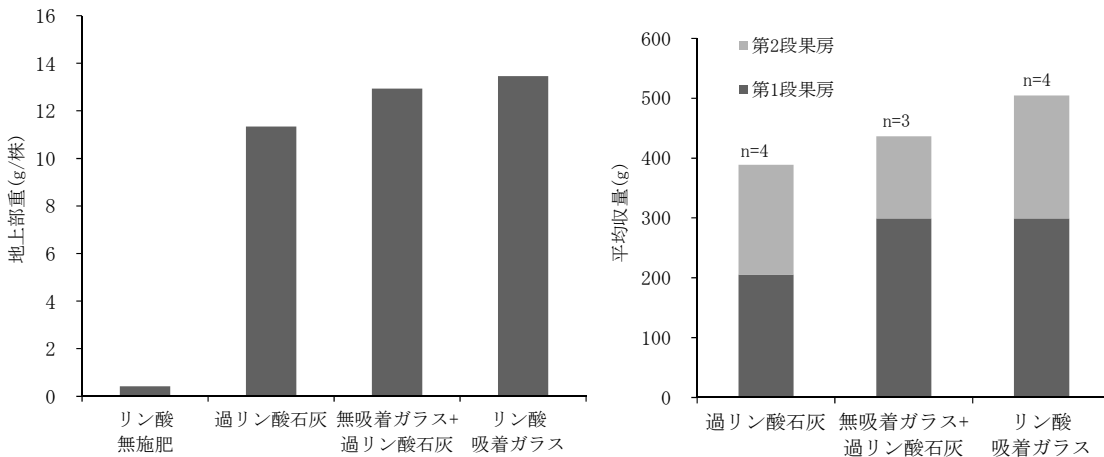


図3 リン酸が吸着した発泡ガラス用いた栽培試験結果 (左：ハウレンソウ, 右：トマト)



図4 発泡ガラス（新型）

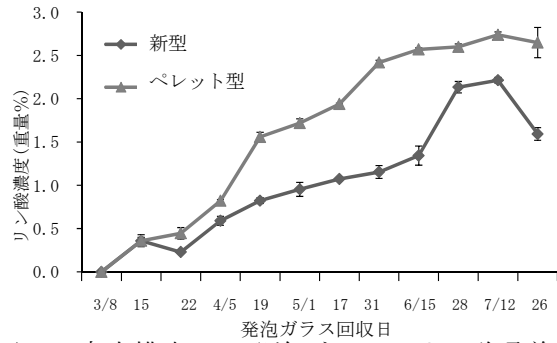


図5 畜産排水での発泡ガラスのリン酸吸着能力

表1 畜産排水中で吸着した発泡ガラスに含まれるリン酸の性質

形状	粉砕 全リン酸 (%)	表面 全リン酸 (%)	有効成分		
			水溶性 (%)	ク溶性 (%)	可溶性 (%)
ペレット型	2.65	3.73	0.02	1.10	1.27
新型	1.59	16.6	0.00	0.74	0.82

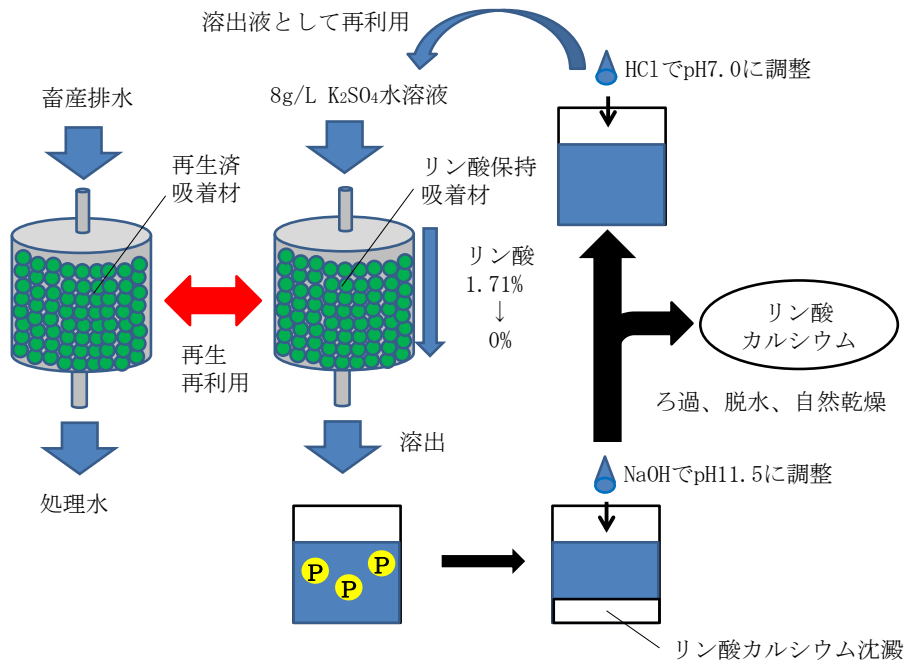


図6 発泡ガラスに吸着したリン酸の溶出・沈殿処理方法



図7 分離されたリン酸カルシウムとその化学組成

化学組成	含有率 (%)
CaO	62.84
P ₂ O ₅	15.97
SO ₃	5.34
SrO	3.87
SiO ₂	3.69
K ₂ O	3.35
BaO	3.00

表2 分離されたリン酸カルシウムに含まれるリン酸の特性

	全リン酸 (%)	水溶性リン酸 (%)	ク溶性リン酸 (%)	可溶性リン酸 (%)
分離リン酸カルシウム	15.97	0.01	14.28	13.03
過リン酸石灰	13.00	6.63	18.79	23.50
熔リン	18.40	0.02	20.53	4.60
重焼リン	33.00	7.63	33.24	33.09

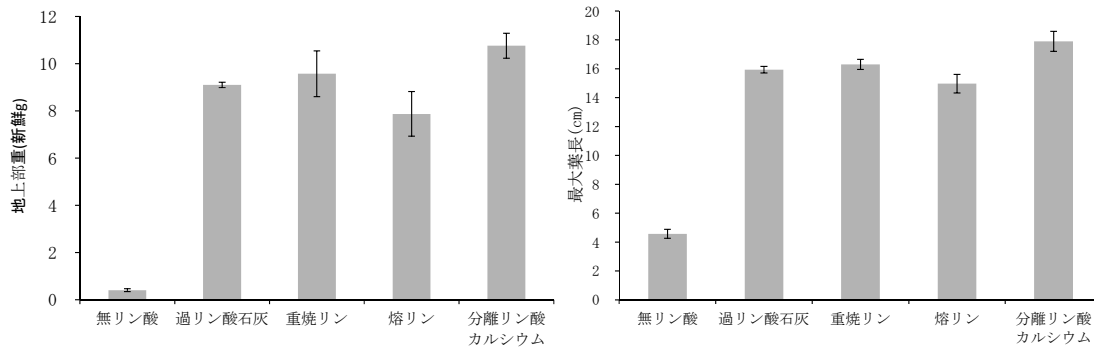


図8 分離リン酸カルシウムと市販リン酸肥料で栽培したホウレンソウの生育状況



図9 熔リン区のホウレンソウ (左) と分離リン酸カルシウム区のホウレンソウ (右)

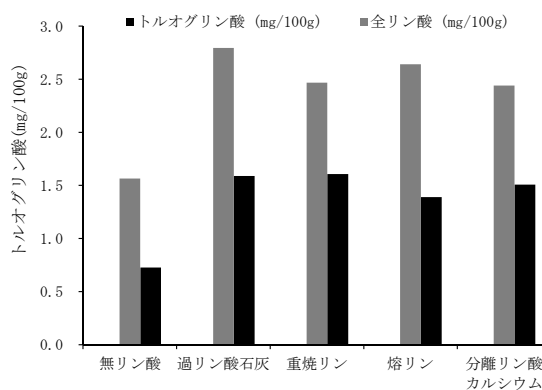


図10 各区の土壌中の全リン酸及びトルオグリン酸

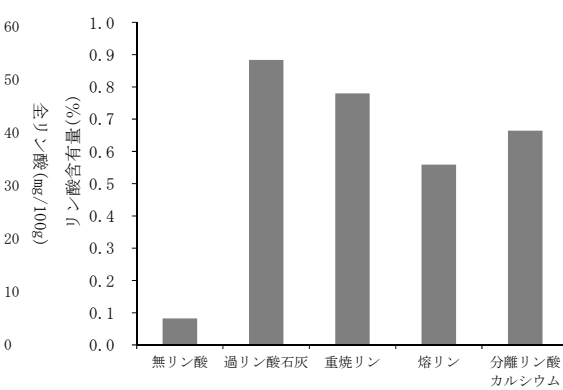


図11 各区の植物体中のリン酸含有量

【発表資料】

1. 南 晴文 (2010) 園芸学研究第 10 巻別冊 園芸学会平成 23 年度春季大会発表要旨 p398
2. 坂本浩介 (2011) 園芸学研究第 11 巻別冊 園芸学会平成 24 年度春季大会発表要旨 p135
3. 坂本浩介 (2012) 平成 23 年度 関東東海・土壌肥料研究会