

II-509

炭酸カルシウムを種結晶とする
晶析脱リンに関する研究

建設省土木研究所 正会員 小越 真佐司
 " " 佐藤 和明
 " " 諏訪 守
 カールスルエ核研究所 Dietfried Donnert

1. はじめに

汚泥発生量のきわめて少ない下水中のリン除去法として、晶析脱リン法は有望な方法であるが、種結晶の性能が経時的に劣化するなどの問題点を有している^(1, 2)。この晶析脱リン法は、ドイツ連邦共和国においても注目を集め、わが国の下水より、リン濃度・Mアルカリ度が高いドイツの下水への適用に関する研究が進められている。このような状況のもとで、両国間の技術交流の一環として、現在ドイツにおいて開発が行なわれている石灰石等を種結晶とする晶析脱リン法について、短期間ではあるが、室内実験を行ない、幾つかの知見を得たので報告する。

石灰石等を種結晶とする晶析脱リン法は、下水のリン濃度・Mアルカリ度が各々、約 8mg/l・500mg/l と、わが国の下水よりかなり高い値を示すドイツの下水に晶析脱リン法を適用する研究途上で考案された方法である。石灰石は晶析脱リン反応を阻害するといわれる炭酸カルシウムでできているが、わが国には比較的多く埋蔵されている資源であるため、有効性が確認できればリン鉱石や骨炭を種結晶に使用する場合に比べ、処理コストの削減が可能である。そこで、本法がわが国の下水に適用できる方法であるか否かを検討するべく、ドイツ連邦共和国カールスルエ核研究所より来日された D. Donnert 博士の協力を得て実施したものである。

2. 実験方法

図-1 にカラム実験装置のフローを示し、表-1 に実験条件を示した。処理対象は、人工下水またはK処理場の高度処理水にリン酸を添加したものとした。カラムには粒度を0.85mm~2.10mmに調整した大理石の破砕物を充填した。また、対照としては、別の室内実験で使用した骨炭を用いた。各カラムの種結晶充填量は300mlとした。カラムNo.1にはカルシウム濃度を高めた消石灰溶液でpH調整した原水を送り、対照カラムとNo.2カラムには通常の消石灰溶液でpH調整した原水を送って、pHの影響とカルシウム濃度の違いについて検討した。

水質分析は、原水、中継槽内および処理水の3点で採取した試料について、全リン、溶解性オルトリン、全カルシウム、溶解性カルシウム、Mアルカリ度、pHおよび水温の7項目について行なった。

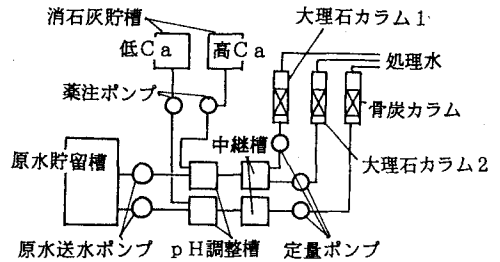


図-1 実験装置フロー

表-1 実験条件

区分	通水初日からの経過日数	設定pH	原水の種類	
I	0 ~ 10	10.5	人工下水	共通条件
	11 ~ 17	10.0		
	18 ~ 26	9.5		
	27 ~ 32	9.0		
II	33 ~ 39	9.0	2次処理水	通水速度 SV2/h 上向流 水温 20℃ (恒温室内)
	40 ~ 53	9.5		
	54 ~ 70	10.0		
III	71 ~ 91	10.0	高度処理水にリンを添加	
	92 ~ 106	9.5		
	107 ~ 145	9.0		

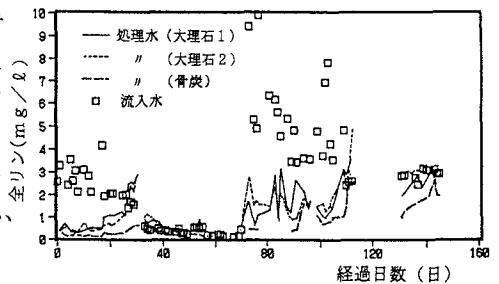


図-2 リンの除去状況

3. 実験結果と考察

各カラムのリン除去の状況を図-2に、各pHにおける主な水質の平均値を表-2に示した。これらの結果から、pHの低い領域では、骨炭をのぞいてリン除去が不十分であること、pHが高い領域ではリンの不溶化がほとんど中継槽迄に生じていて、カラムは不溶性になったリン酸カルシウムを沝過作用によって除去しているようであることがわかる。

図-3は、原水リン濃度が1~2mg/l以上ある場合の処理水溶解性リン濃度と処理水pHの関係を示したものである。大理石カラム1、2のデータはほぼ同じ範囲に分布しており、Ca濃度の違いは、殆どない。また、骨炭のデータは、低いpHで大理石カラムと分布範囲が異なっている。

図-4は、週1回の割合で実施したカラムの洗浄の際に、洗浄排水中に排出されたリンの総量と、カラム内で除去されたリンの総量との関係を示したものである。流入pHがいわゆる晶析脱リンの操作域である9付近をのぞいて、洗浄により排出されたリンの量は、除去されたリンの量を大きく下回っている。このことは、pH9.5付近より高い、いわゆるアパタイトの凝集反応域で生じた固形物が、炭酸カルシウム及び骨炭の表面に、一部が固定されたことを示している。

溶解性オルトリンの除去とpHの関係を示した図-5では、大理石を種結晶とする場合には、pH9.5~10付近でわずかに除去される場合があるものの、いわゆる晶析脱リン操作域のpH9付近ではリンは除去されていない。これに対し、骨炭の場合は溶解成分の増加とともに低いpHでも溶解性リンの除去量も増加しており、いわゆる、晶析脱リンが生じていたものと思われる。

4. まとめ

以上の結果から、石灰石等を種結晶として、従来の晶析脱リンより高いpH領域であるが、凝集沈殿法よりは低いカルシウム注入率・低い汚泥発生率で効率良くリンを除去できることが判明した。その除去機構は、pH調整段階で生じたリン酸カルシウムが種結晶を充填したカラムの沝過作用によって一次的に除去されたのち、一部が何等かの作用によって種結晶表面に固定されるというものであると思われる。従って、いわゆる晶析脱リン法ほど汚泥発生量は少なくないが、操作が簡単で、実用可能性の高いリン除去方法であると考えられる。

《参考文献》

- (1) 佐藤、小越、諏訪 “晶析脱リン法に関する調査報告書” 土木研究所資料第2485号、1987.3
- (2) 岡田、外 “接触脱リン法による下水中のリン除去に関する研究(I)”、下水道協会誌 Vol.18, No.203 1981.4

表-2 水質分析結果(平均値)(mg/l)

区分	原水 T-P	中継槽D-P		同左T-Ca		処理水T-P			処理水pH		
		高Ca	低Ca	高Ca	低Ca	大1	大2	骨炭	大1	大2	骨炭
I-1	1.55	0.09	0.09	93	74	0.35	0.40	0.20	10.3	10.3	9.3
	2 1.59	0.37	0.27	64	73	0.45	0.40	0.14	8.8	9.9	9.7
	3 1.60	1.20	1.05	55	61	1.04	0.81	0.26	9.3	9.3	9.1
	4 1.81	1.53	1.59	40	39	2.56	2.90	0.54	8.7	8.7	8.4
II-1	0.44	0.30	0.30	56	47	0.76	0.92	0.60	8.8	8.9	8.4
	2 0.45	0.21	0.25	66	53	0.39	0.42	0.27	8.8	8.9	8.8
	3 0.28	0.08	0.09	62	53	0.19	0.22	0.13	9.5	9.5	9.2
	4 0.28	0.08	0.09	62	53	0.19	0.22	0.13	9.5	9.5	9.2
III-1	3.36	0.31	0.48	75	61	1.33	1.28	0.42	9.8	9.8	9.7
	2 3.11	1.12	1.49	63	54	1.25	1.54	1.00	9.2	9.2	9.2
	3 2.85	2.67	2.75	49	42	2.69	3.02	1.82	8.7	8.6	8.7
	4 2.85	2.67	2.75	49	42	2.69	3.02	1.82	8.7	8.6	8.7

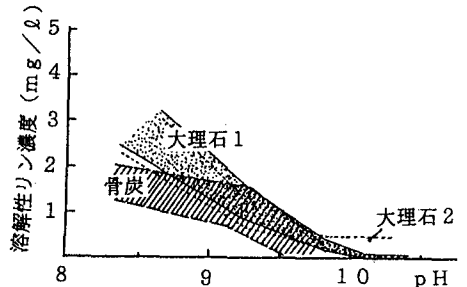


図-3 pHと溶解性リン濃度(処理水)

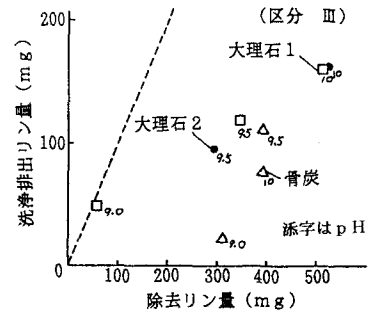


図-4 除去リン量と洗浄排出リン量

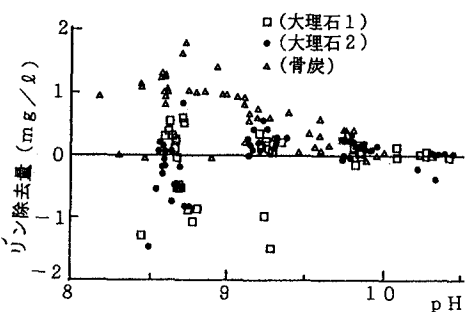


図-5 溶解性リンの除去とpHの関係