

立命館大学大学院理工学研究科 学生員 ○見島伊織
立命館大学理工学部 正会員 中島 淳

1. はじめに

今日の生活排水処理施設におけるリン除去には、凝集剤添加活性汚泥法が主に用いられているが、薬品コストの上昇と発生汚泥量の増加が課題とされている。活性汚泥への凝集剤添加量は、流入リン量に対して 2～3 モル以上で注入することが必要であるといわれているが、実際の処理施設の多くでは生物脱リン（EBPR）が同時に進行していることを考慮すると、添加量の大幅な削減が可能と考えられる。しかしながら、こうした観点から最適な凝集剤添加量を求める研究は行われていない。演者らは、EBPR 汚泥からのリン溶出を抑制するためには、汚泥中の凝集剤含有率を一定値以上に保てばよいと考え、凝集剤添加によるリン溶出の抑制効果について検討を行っている。これまでに凝集剤の添加によりリン溶出量は減少し、リン溶出の抑制効果が確認されている。例えば、ある活性汚泥試料では、汚泥中 T-Fe 含有率が 20mg/g 以上あればリン溶出が抑制された。一方、汚泥中の凝集剤含有率を制御するためには、どのような凝集剤の添加が効果的経済的であるかを検討する必要がある。そこで、本研究では汚泥中凝集剤含有率の制御を目的に室内実験を行い、SRT を指標とする添加方法を考察した。

2. 実験方法

曝気槽容量 3L の完全混合型の活性汚泥室内実験装置を 3 基使用し、Pasveer 人工下水を用いて表 1 の条件で連続運転した。運転は 25℃の恒温室内で行い、30 分曝気 15 分停止の間欠曝気運転とした。これらの曝気槽に凝集剤として塩化第二鉄（10mgFe/mL を 30mL）またはポリ塩化アルミニウム（5mgAl/mL を 30mL）を一時的に添加した。添加後約 1 ヶ月間運転を継続し、1 日または 2 日に 1 回、処理水および曝気槽混合液（引抜いた余剰汚泥を使用）の SS、T-P、T-Fe、T-Al を測定し、汚泥中のリン、鉄、アルミニウム含有率を求めた。

表 1 運転条件

	添加 凝集剤	流入水量 L/日	BOD 濃度 mg/L	リン濃度 mg/L	BOD 負荷量 kgBOD/㎡・日	汚泥引き抜き mL/日	
Run1	FeCl3	6	100	2.5	0.2	100	
Run2			250	6.3	0.5	150	
Run3			500	12.5	1.0	300	
Run4	PAC		100	2.5	0.2	100	
Run5			250	6.3	0.5	150	
Run6			500	12.5	1.0	300	

3. 結果と考察

(1) SRT の算定

MLSS および処理水 SS の各 Run の平均値は表 2 のとおりで、BOD 負荷の高い Run ほど MLSS を高濃度で運転した。これらの結果から算定した SRT の平均値は表 2 のとおりであった。

表 2 MLSS、処理水 SS、SRT の平均値

	MLSS mg/L	処理水 SS mg/L	SRT 日
Run1	1200	12	20
Run2	2300	16	16
Run3	2800	12	9
Run4	1500	11	22
Run5	2100	2	19
Run6	2300	7	9

(2) 汚泥中凝集剤含有率の変動

汚泥中の凝集剤含有率 CM (mg/g) は、(1) 式から求めた。

$$CM = (\text{混合液の金属濃度} - \text{処理水の金属濃度}) / \text{MLSS} \cdot 1000 \quad (1)$$

CM は塩化第二鉄の場合を図 1 に示したように、ほぼ指数関数的な減少を示した。ここで (2) 式を仮定し、測定値のプロットから、 CM の減少速度定数 k (1/日) を求めた。

$$CM = CM_0 \cdot \exp(-k t) \quad (2)$$

(3) CM の減少速度定数と SRT との関係

得られた CM 減少速度定数 k と $1/\text{SRT}$ をプロットすると図 2 のようになり、 k と $1/\text{SRT}$ はほぼ一致した。処理水の金属濃度は低濃度であり、上記の一致は CM の減少が活性汚泥微生物の増殖に伴う希釈によることを示している。

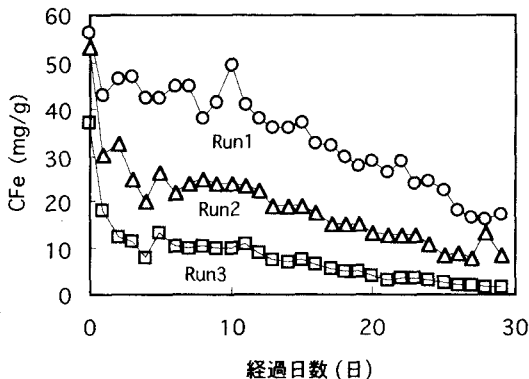


図1 凝集剤含有率 CFe の変動

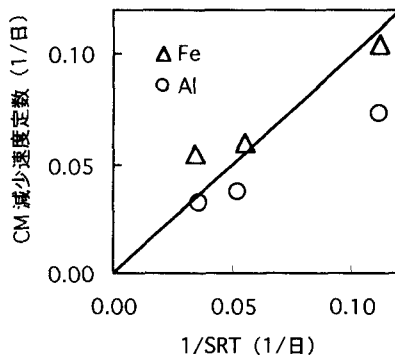


図2 k と $1/\text{SRT}$ の関係

(4) 凝集剤添加量の考察

CM の減少が活性汚泥微生物の増殖に伴う希釈によることから、汚泥の増殖によって希釈された量に見合う凝集剤を添加すれば、 CM は一定値以上に保たれるといえる。すなわち、凝集剤が余剰汚泥として引き抜きかれ減少した分だけ添加すればよく、1日あたりの添加量 M (g/日) は (3) 式のようになる。

$$M = CM_0 \cdot \text{MLSS} \cdot V / \text{SRT} / 1000 \quad (3)$$

ただし V は曝気槽容積 (m^3)、 CM_0 は CM の目標値 (mg/g)。これにより、モル比で添加する場合と比較して、凝集剤添加量の大幅な削減が試算されている。

また、(3) 式を満足する間欠的な添加法（概念を図 3 に示す）は、管理技術者が常駐しない浄化槽のような小規模施設では、実際の添加法と考えられる。

4. まとめ

汚泥中の凝集剤含有率は、汚泥の増殖によって希釈され減少するので、それに見合った量の凝集剤を添加すれば、含有率を目標値に保つことができる。

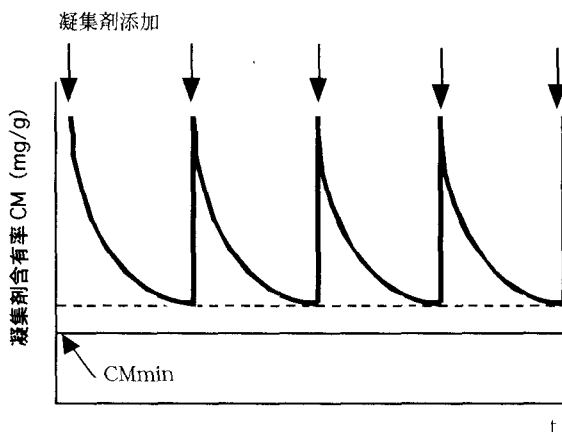


図3 間欠的な凝集剤添加の概念