

水産食品製造業の活性汚泥処理におけるリンの収支について

木内浩一 小島博義 藤村葉子 加藤嘉久* 石垣宏明*

*： 東上総県民センター山武事務所

1 研究の目的

閉鎖性水域での富栄養化の防止を目的に、事業場からのリン排出規制が行われている。リンの除去には化学的な除去法と生物的な除去法がある。化学的な方法は凝集沈殿であり、生物的な方法は生物的脱リン法である。後者は活性汚泥が好気条件下で多量のリンを効率的に取り込むとする理論によるが、実機の運転では必ずしも理論どおりの量を取り込んではいない。そこで、排水中にリンが比較的、高濃度に含む水産食料品製造の活性汚泥装置において、汚泥として除去されるリンはどのくらいであるか、調査を行なった。

2 対象施設の概要

調査は 2010 年 10 月に県内の水産食料品製造事業場の活性汚泥処理施設で行った。当該事業場の日平均排水量は約 90m³、BOD の排水基準は 25mg/L で、窒素の排水規制はかかっていない。排水処理施設としては図1に示す凝集加圧浮上＋活性汚泥処理＋凝集沈殿処理を備えているが、現在は凝集剤を省き、加圧浮上処理＋活性汚泥処理で運転されている。活性汚泥槽の DO は約 2.0mg/L、汚泥返送率は約 0.8 で管理されている。なお、汚泥貯留槽は弱いばっ気がなされている。脱水機はスクリーブプレス式のものを備え、加圧浮上の残渣と汚泥を毎日脱水処理している。なお、脱水工程では凝集剤は使用していない。

3 調査方法

推定に必要な水質の値や施設の稼働状況を知るために、図1に示す処理工程の 6 箇所にて採水し、pH、COD、BOD、TN、D-TN、TP、D-TP について分析を行った。脱水後の汚泥の含水率を測定、さらに現場で 1 日の脱水量の容積と単位容積当たり

の重量を測定した。つぎに、これらの測定値をもとに排水処理施設に流入するリンの収支を計算した。

リンの収支を算出するにあたり、排水処理施設に流入するリンは原水のみとし、また流出するリンは放流水と脱水汚泥の合計とした。原水槽から加圧浮上装置に入る計量装置の箇所にて流量を測定し、この流量から脱水装置のろ水の量を差し引いた値を流入水量および放流量とした。ろ水の量は脱水汚泥の量から計算で求めた。

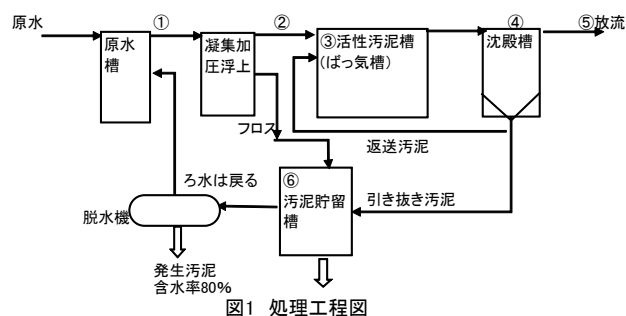


図1 処理工程図

4 調査結果

4・1 有機汚濁項目の結果概要

分析結果を表1に示す。①原水の BOD は 2600mg/L、SS は 1700mg/L であった。②加圧浮上を行った後 BOD2200mg/L、SS1100mg/L に低下した。その後、活性汚泥処理を行い、沈殿槽を経ると、⑤放流水の BOD は 13mg/L、SS は 31mg/L に低下しており、良好な状態であった。

4・2 リン収支の試算

①原水の TP は 89mg/L、⑤放流水では 50mg/L であった。③ばっ気槽、⑥汚泥貯留槽の MLSS はそれぞれ 5700mg/L、6600mg/L であった。③ばっ気槽の汚泥中に占める窒素、リンの割合はそれぞれ 5.74、2.63%であった。当日の脱水汚泥の含水率は 80 %であった。脱水汚泥の 1 日の量はバケット 0.60m³ で、脱水汚泥の見かけの密度は 1000kg/m³ から、汚泥量 600kg となり、一日に

発生するドライベースの汚泥量は $600\text{kg} \times (1 - 0.8) = 0.12 \times 10^3 = 120\text{kg}$ と算定した。脱水汚泥から原水槽にもどる、ろ水の量は汚泥量を MLSS で割り、 $120\text{kg} \div (6.6 \times 10^{-3})\text{kg/m}^3 = 18.2\text{m}^3$ となる。

汚泥に含まれるリンの割合を $\{(TP) - (D-TP)\} / \text{MLSS}$ とすると、⑥汚泥貯留の汚泥のりん含有の割合は 0.0256 になる。

これらの数値から、処理施設に対するリンの収支について計算した。実測流量 90m^3 から脱水のろ水 18.2m^3 を引いて、流入水量は 72.8m^3 とした。

原水のリンは① $89\text{mg/L} \times 90\text{m}^3 = 8010\text{g}$ (1)

放流水中のリンは⑤ $50\text{mg/L} \times 72.8\text{m}^3 = 3640\text{g}$ (2)

汚泥等に取り込まれるリンは

$$0.0256 \times 120\text{kg} = 3072\text{g} \quad (3)$$

ろ水量に汚泥中の D-TP をかけると

$$18.2\text{m}^3 \times ⑥ 51\text{mg/L} = 928\text{g} \quad (4)$$

これを (1) から引いて真の流入リンを求めると

$$8010 - 928 = 7082\text{g} \quad (5)$$

原水槽に回帰するリン量は $928 \div 7082 = 0.13$ となり、流入リン量の 13 % であった。

汚泥の発生量については加圧浮上処理で SS が① 1700mg/L から② 1100mg/L に減少するので、SS の除去量は $600\text{mg/L} \times 90\text{m}^3 = 54\text{kg}$ と推定できる。実測の汚泥量からその分を減じて $120\text{kg} - 54 = 66\text{kg}$ 。BOD 汚泥変換率は $66\text{kg} / (2200\text{mg/L} \times 90\text{m}^3) = 0.33$ となる。

流入リン量が (5) 7082g に対して、流出のリンは放流水中のリン (2) の 3640g + 搬出汚泥リン (3) の $3072\text{g} = 6712\text{g}$ となる。その比は (流出リン量) $\div$ (流入リン量) = $6712\text{g} \div 7082\text{g} = 0.948$ となる。本来は同量であるはずの流出リン量と流入リン量の間で約 5% の誤差が生じたため、両者の平均値 6897g を流出リン量 = 流入リンとした。

また、流出のリンを 6897g と算出して 2.8 % 増加

したので、放流水中のリン (2) を 3740g 、汚泥として搬出するリン (3) を 3157g に、それぞれ約 2.8 % 増加させた。

したがって、汚泥に取り込まれたリンの比率は約 46 % となった。この値は⑤放流水のリン 50mg/L と①原水のリン 89mg/L の割合から除去率を求めた 44 % に近かった。

4. 3 汚泥生成によるリンの取り込み

当施設の活性汚泥中のリン重量比は 2.6% となり、これは経験式として提唱される微生物の細胞組成 $\text{C}_{60}\text{H}_{87}\text{O}_{23}\text{N}_{12}\text{P}$ から算出されるリンの割合 2.89 % に近く、妥当な値と思われる。重量比 2.63 % を使って、リンの取り込み限度を試算すると、先に求めた BOD 汚泥変換率 0.33 では、加圧浮上後の $\text{BOD} 2200\text{mg/L}$ が汚泥に変換するとして $2200\text{mg/L} \times 0.33 \times 0.026 = 19\text{mg/L}$ となる。現場の条件では生成した汚泥は約 19mg/L の TP を取り込むことになる。

5 まとめ

水産食料品製造業の活性汚泥処理装置で水質等を測定し、リンの収支と汚泥中に取り込まれて除去されるリンの量を計算した。装置の原水 TP は 89mg/L 、放流水では 50mg/L であった。活性汚泥中に含まれるリンの重量比は 2.63 %、BOD の汚泥変換率は 0.33 であった。また、処理施設に流入するリン量 6897g のうち、原水槽に回帰するリン量は約 13 % であった。流出するリン量のうち、放流水中に含まれるリンは 3740g 、汚泥として搬出されるリンは 3157g となり、汚泥に取り込まれた分は流入するリンの約 46 % となった。

表1 処理工程の水質結果

2010.10.6採水
pH以外は単位mg/L

採取箇所	pH	BOD	COD	SS	n-Hex	TN	D-TN	TP	D-TP
1 原水	6.9	2600	650	1700	370	320	230	89	84
2 加圧浮上後	7.0	2200	640	1100	200	260	170	77	73
3 ばっき槽	7.1	-	-	5700	-	330	3.0	210	60
4 凝集沈殿槽	7.2	11	18	36	3	7.6	6.1	48	48
5 放流水	7.3	13	18	31	2	8.8	7.0	50	49
6 汚泥貯留槽	6.8	-	-	6600	-	210	2.4	220	51