

宮崎大学工学部 正 石黒政儀 正 増田純雄
宮崎大学工学部 学O吉田俊雄 学 三好照明

1 はしがき 都市下水や産業廃水の回転円板法による生物化学的三次処理としての研究成果は、本学会の第9報までに順次発表されてきたが、本報はこれら生物化学的三次処理水を、さらに物理化学的に浄化する高度処理に関する研究の予備的実験報告である。本文では回転円板処理水に硫酸バンド、消石灰、フロナック等の凝集剤を添加し、各種残存汚濁物質の除去効果を実験的に確かめた結果に考察を加え、第10報として報告する。

2 試料水の水質および実験方法 対象とした試料水は、(I)宮崎市内H団地下水の活性汚泥二次処理施設および(II)宮崎市郊外T養豚場の回転円板二次処理施設の後にそれぞれ設置された回転円板三次処理実験装置の嫌気性脱窒槽流出水である。これら処理プロセスのフローシートを図-1に示す。また両試料水の原水質平均値を表-1に示す。脱窒槽内が完全混合状態にあるため原水のSSは三次処理水としては幾分高い。本実験での水質項目と実験方法はそれぞれ次のようである。すなわち、PH:ガラス電極法、COD:KMnO₄法

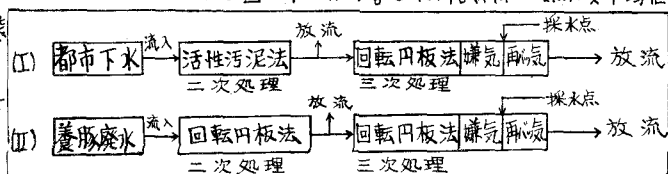


図-1 両処理プロセスのフローシート

(Water-bathで80℃30分加温)、PO₄³⁻:モリアデン青法、BOD:標準試験法、SS:3.0μフィルターによる標準法によった。凝集剤として硫酸バンド(Al₂(SO₄)₃・16~18H₂O)と消石灰(Ca(OH)₂) (補助剤としてケイ酸ソーダ(Na₂SiO₃) 10ppm添加)を使用し、それらを50~500ppmで試料水に添加後全量を1ℓとしてジャーテスト(攪拌:150rpm-1分、40rpm-10分)を行ない、30分間(pHの安定に要する時間)静置後の上澄水を取り各水質について実験を行なった。なお本報では主に補助剤無添加の場合の凝集効果について述べ、添加した場合のそれとの比較については後述する。

3 結果と考察 前記試料水について実験を行なった結果より、凝集沈殿に影響を与える1因子として凝集剤添加量と相関をもつPHを採用し、それを中心として以下の考察を行なう。**3-1 団地下水におけるバンド添加量とPHおよびCOD、PO₄除去率との関係:**図-2のようにPHはバンド添加量の増加に伴い低下するが、その水が300ppm以上ではPHはほとんど下から最終的に4.5付近で安定する。PHとCOD除去率との関係を述べると、PH8~6.5では直線的な比例関係がみられ、このときの添加量は0~120ppmである。COD除去率の最大値はPH≒6(添加量150ppm)以下で35%が得られるので、その最大除去率を得るのにバンド添加量を150ppm以上増加させる必要がない。またPHとPO₄除去率について、PH6.5までで除去率は急速に上昇してそこで90%以上に達しその際の添加量は100ppm程度である。その後はPH5.3~6.3で除去率95%(残留PO₄濃度0.24ppm)が達成され、その最大値はPH≒5.7で得られる。またこの最適PH領域を維持するのに必要なバンド添加量はおよそ130~200ppmである。各種リンの単独および混合溶液についての実験結果より最適PHは両者とも5~7でありPH≒6が最大の効果を与えるといわれるが、本実験結果はこれらと良く合致した値を示している。

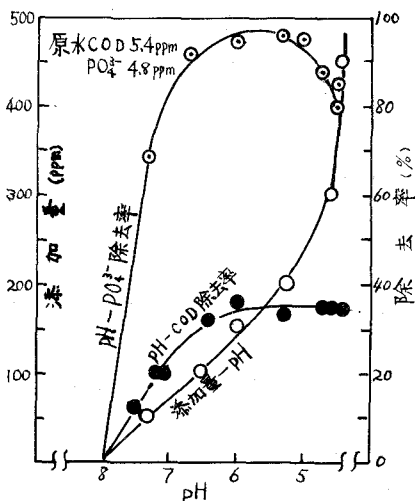


図-2 バンド添加量とPHおよびCOD、PO₄除去率

3-2 養豚場水における消石灰添加量とPHおよびCOD、PO₄

除去率との関係：図-3に示すように、 PO_4^{3-} を90%除去するには処理水のPHを11にする必要があり、これに必要な消石灰添加量は400ppmである。 PO_4^{3-} 除去については、養豚廃水は都市下水に比べ処理水のPHを11にするのに必要な消石灰添加量は相当多く約1.7～2.7倍（一般の都市下水平均値：234ppm³⁾）である。また添加量の割に、除去率が良くない原因は、廃水中に NH_3-N (35～70ppm)などの多量の緩衝物質が存在して廃水の緩衝能を強め、PHの上昇を抑制するからである。したがってこの緩衝能に打ち勝つだけのより多くの添加量が要求される。PH<11ではPHと PO_4^{3-} 除去率は比例関係があるが、PH>11では除去率の増加は緩慢になる。またPHとCOD除去率とは $9 \leq PH \leq 11$ で比例して変化し、PH=11では55%（残留16ppm）除去される。CODは原水のSSが高い(30～60ppm)ため浮遊性のCODが多いが、これは試料水の静置により大部分除去される事から、凝集沈殿で除去されるCODの多くは溶解性CODであると思われる。COD除去率とそれに必要な添加量は図より、30%→170ppm、40%→270ppm、50%→370ppmであり10%の除去率向上に、消石灰は100ppm余分に必要である。

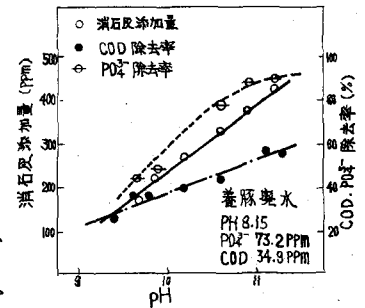


図-3 消石灰添加量とPHおよびCOD・ PO_4^{3-} 除去率

3.3 補助剤-ケイ酸ソーダによる効果：補助剤として10ppmのケイ酸ソーダを団地下水において用いた場合の消石灰添加量とPH、COD除去率とPHとの関係を、図-4に示す。ケイ酸ソーダ添加は、PHの上昇を助長し、フロックの比重を大きくして沈降性を高めるという特徴がある。同じ消石灰添加量でも、この場合はケイ酸ソーダ無添加の場合に比べて処理水のPHが上昇し、除去率に影響を及ぼす。特にPH ≥ 11.9 ではそれが顕著である。同じ除去率を得る場合ケイ酸ソーダを添加すれば50～100ppmの消石灰添加量を軽減できる。またバンドと併用すれば養豚廃水のCOD除去に有効（バンド200ppm→66%除去）であるが、PH降下は抑制され PO_4^{3-} 除去はバンドのみ添加した時ほどの効果はない。団地下水に対してはCOD除去に有効である。BOD、SS除去に対してはあまり効果が認められない。

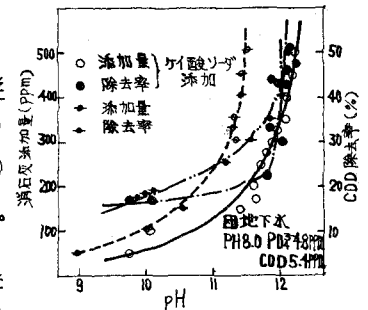


図-4 消石灰添加量とPHおよびCOD除去率

表-1 凝集沈殿による除去効果

3.4 回転円板法と凝集沈殿による処理効果：下廃水の三次処理として回転円板法と凝集沈殿での処理効果を表-1に示す。凝集剤添加量を消石灰300・400ppm、バンド200・300ppmとして、ケイ酸ソーダ10ppmを添加した場合の各水質項目の残存濃度を比較する。これから団地下水二次処理水と最終処理水とを比較し各項目別に除去率が表わすと、それぞれ PO_4^{3-} 90～98%、COD 80～82%、BOD：87～92%、SS 77～80%である。

H団地下水の場合						
処理水	pH	PO_4^{3-}	COD	BOD	SS	
活性汚泥二次処理	7.2	10.0 ppm	16.5 ppm	25.0 ppm	35.0 ppm	
原回転円板水脱室槽流出	8.0	4.8	5.4	10.3	14.0	
凝集沈殿						
バンド(200ppm)	5.5	0.2	3.2	3.2	7.0	
バンド(300ppm)	5.0	0.4	3.0	2.8	6.5	
消石灰(300ppm)	11.8	1.0	3.2	2.4	—	
消石灰(400ppm)	12.1	0.5	2.9	2.0	—	
下養豚場廃水の場合						
処理水	pH	PO_4^{3-}	COD	BOD	SS	
回転円板二次処理	7.4	102.0 ppm	60.0 ppm	50.0 ppm	80.0 ppm	
原回転円板水脱室槽流出	8.2	73.0	34.9	28.6	55.0	
凝集沈殿						
バンド(200ppm)	7.1	36.6	11.9	12.3	6.1	
バンド(300ppm)	6.8	18.3	6.3	6.3	8.8	
消石灰(300ppm)	10.6	16.8	20.9	4.3	—	
消石灰(400ppm)	11.1	6.6	15.0	3.4	—	

4 あとがき 回転円板三次処理水をさらに高度処理するために試料水に各種凝集剤を加えて実験した結果、処理水のPHは凝集沈殿効果を図る上で重要な因子であり、特にケイ酸ソーダ添加の場合のCOD除去にはそれが顕著に現われる。したがって処理水の最適PHを的確に維持すれば、 PO_4^{3-} をはじめ有機物質もかなり除去できることが判明した。本実験ではPHを凝集沈殿の重要因子とみて各凝集剤による除去効果を確かめたが、今後は他の因子をも考慮してその効果を比較検討していきたい。なおフロナックによる凝集沈殿効果については講演時に述べる。

1) 石黒渡辺・反藤・田中：回転円板法による下水三次処理に関する研究(第1報)土木学会西部支部研究発表論文集(1973.2) 2) 石黒・増田
— 参考文献 — 西村：回転円板法による下水二次処理に関する研究(第1報)土木学会西部支部研究発表論文集(1976.2) 3) 下水の高度処理(河川利用・河川改修) 環境省(1974)