

熱帯域における酸化池の水質シミュレーションに関する研究

早稲田大学創造理工学研究科 学生会員 ○佐藤愛澄
早稲田大学創造理工学研究科 正会員 榎原豊

1. はじめに

本研究で対象とする東南アジアの熱帯地域では、酸化池や人工湿地を用いた排水処理が主に行われている。しかしながら、その維持管理は不十分であり、処理水質や現状の処理性能について不明な点が多い。よって、東南アジア諸国の今後の経済発展やそれに伴う水質問題を考えると、酸化池から得られる処理水に対する評価や管理が重要となると考えられる。本研究では、タイ国内の酸化池(図1(A)～(E))を対象とし、数学モデルを用いた水質シミュレーションを行い、処理性能の予測方法について検討を行った。

2. モデルの構築

2. 1 数学モデル

酸化池のモデルの概略を図2に示した。酸化池の流れは完全混合槽列モデルで近似し、各槽の溶解性物質に対して以下のような物質収支式を立てた。また、速度パラメータはIWA RWQM No.1¹⁾を参考にした。

$$\frac{dC[i]}{dt} = \frac{Q}{V}(C[i-1] - C[i]) + r(c, p) \quad (1)$$

ここで、 $C[i]$: 水中成分の濃度 $[ML^{-3}]$ 、 i : 反応層の番号、 t : 時間 $[T]$ 、 Q : 流量 $[L^3T^{-1}]$ 、 V : 反応槽体積 $[L^3]$ 、 $r(c, p)$: 水中成分の反応速度 $[ML^{-3}T^{-1}]$ である。

2. 2 底質からの溶出および沈降

また、モデルでは底質からの溶出および懸濁物質の沈降について考慮した(図2)。底質からのアンモニアとリン酸の溶出過程を、それぞれ式(2)、(3)に示す。ここで、 $SedN$ および $SedP$ は窒素およびリンの溶出速度で、それぞれ $24.5(mg/m^2d^{-1})$ 、 $2.45(mg/m^2d^{-1})$ と仮定した²⁾。 d は水深 $[m]$ である。

$$\frac{dNH_4[i]}{dt} = \frac{Q}{V}(NH_4[i-1] - NH_4[i]) + r(c, p) + \frac{SedN}{d} \quad (2)$$

$$\frac{dHPO_4[i]}{dt} = \frac{Q}{V}(HPO_4[i-1] - HPO_4[i]) + r(c, p) + \frac{SedP}{d} \quad (3)$$

沈降を考慮した浮遊物質と藻類の基礎式を式(4)に示す。ここで、 v は沈降速度 (m/d) 、 $X[i]$ は浮遊物質濃度 (g/m^3) である。また、沈降速度は、浮遊性微粒有機物に対して $0.432(m/d)$ 、藻類に対して $0.1(m/d)$ とした²⁾。その他の浮遊性有機物質の沈降は無視されると仮定した。

$$\frac{dX[i]}{dt} = \frac{Q}{V}(X[i-1] - X[i]) + r(c, p) - \frac{v}{d}X[i] \quad (4)$$

3. シミュレーション結果および考察

Konkaenの酸化池における水質成分の計算結果を図3(a)～(e)に示す。多くの水質成分は、約3日程度で定常状態となった。酸化池の下流に行くに従い、アンモニア性窒素は減少し主として硝酸が増加した。また、藻類は池下流で上昇する傾向がみられた。

定常状態における処理水質(COD, SS, PO₄)を式(5)に従って求め、DOも含めて実測値と比較した結果を表1に示す。PO₄, CODは概ね一致したが、DO, SSはあまり一致しなかった。SSに関しては、計算値が実測値を大きく上回る結果となった。よって、藻類の沈降速度、増殖速度、死滅速度およびその時間変動等について、さらに検討する必要があると考えられる。

キーワード 熱帯域、酸化池、モデル、シミュレーション

連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学理工学術院 TEL 03-5286-3902

$$\begin{aligned} \text{COD} &= S_5 + S_1 + X_1 + X_5 + X_H \\ \text{SS} &= X_{\text{ALG}} + X_{\text{CON}} + X_{\text{N1}} + X_{\text{N2}} \\ \text{PO4} &= S_{\text{H2PO4}} + S_{\text{HPO4}} \end{aligned}$$

} (5)

4. おわりに

計算値と実測値を比較した結果、処理水の PO4、COD はおおむね一致したが、SS、DO は一致しなかった。今後は藻類の沈降速度等について、他の酸化池も含めて検討し、モデルの精緻化を行う予定である。

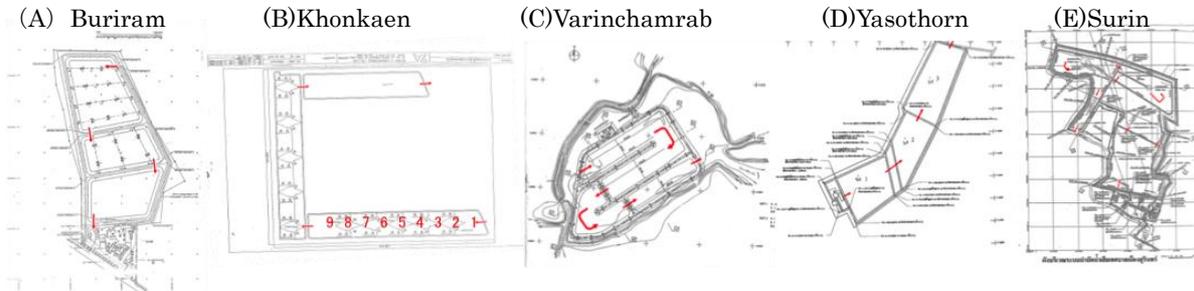


図1 対象とした酸化池の形状

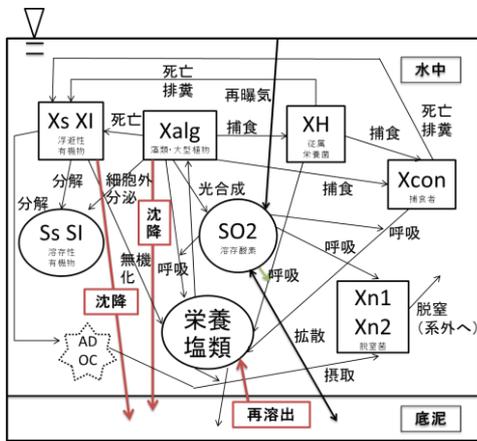


図2 酸化池の数学モデル

表1 処理水のシミュレーション結果と実測値の比較

場所		PO4	COD	SS	DO
		(gP/m ³)	(gCOD/m ³)	(gCOD/m ³)	(gO/m ³)
Buriram	計算値	0.30	114	115	7.4
	実測値	1.02	61	14	2.7
Khonkaen	計算値	0.47	76	158	7.5
	実測値	0.05	90	39	11.0
Varinchamrab	計算値	0.27	32	28	7.7
	実測値	NA	44	19	6.1
Yasothorn	計算値	0.19	127	111	7.3
	実測値	NA	103	52	5.2
Surin	計算値	0.46	66	111	0.3
	実測値	2.00	73	14	2.7

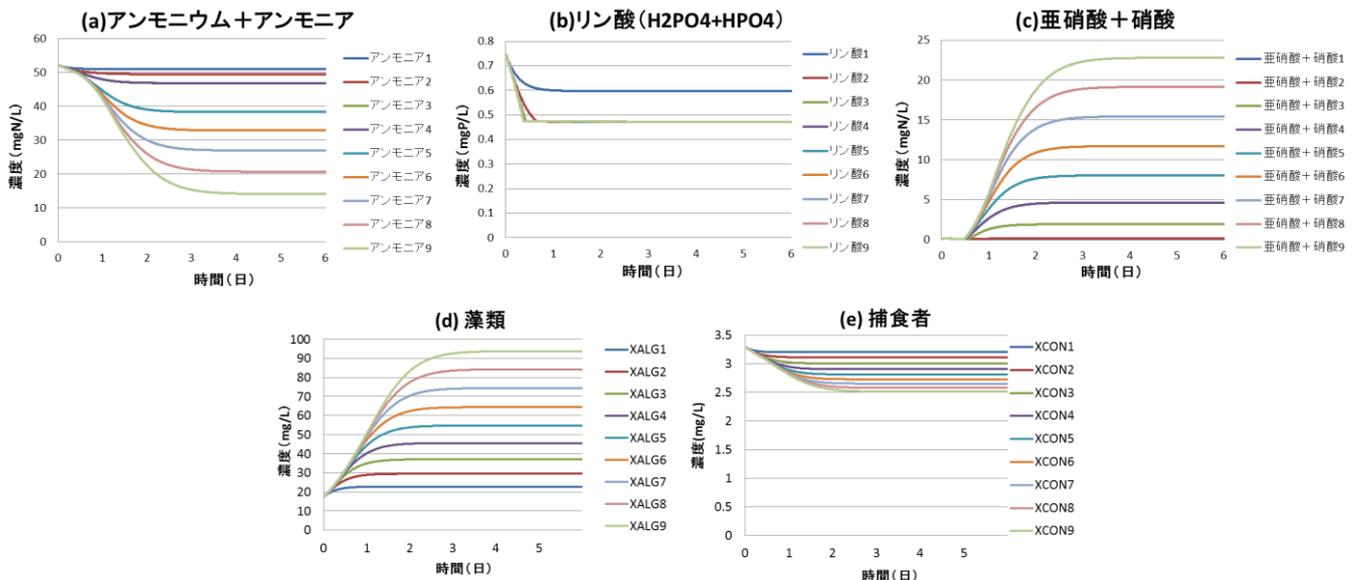


図3 ((a)~(e)) Konkaenにおける各水質成分の計算結果 (各グラフ中凡例の1~9は、図1(B)の分割区間1~9を示す)

参考文献

- 1) IWA Task Group on River Water Quality Modeling (2001) River Water Quality Model No.1, IWA Publishing, 12-14.
- 2) 堀口文男・中田喜三郎(1995) 東京湾の水質のモデル解析, 海洋理工学会誌, Vol.1, No.1, 71-92.