2槽式間欠曝気活性汚泥法における生物学的窒素・リン除去のためのファジィルールの検討

大阪工業大学大学院 ○学生員 築 山　誠
京都大学大学院　中島 伸介
摂 南 大 学　八木 俊策
大阪工業大学正員 笠原 伸介 石川 宗孝

1. はじめに

一般に、生物学的脱窒・脱リンの同時除去を行う場合、好気、無酸素および嫌気状態などのプロセス制御が困難であるため、小規模排水処理施設では維持管理操作の簡素化が求められている。著者ら[1)]は、ファジィ制御を組み込んだ 2 槽式間欠曝気活性汚泥法を用い、効率的に窒素・リン除去を行え得るルールの確立を目指しており、本報では、これまでに得られた一連の実験結果に基づき、A－SRT（好気 SRT）と NH_4－N 除去との関係および嫌気時間と T－P 除去との関係について検討した結果を報告する。

2. 実験方法

実験装置は2槽の反応槽（有効容量12.5 L）と沈殿槽（有効容量10.0 L）から構成され、反応槽は流入側から第1槽、第2槽とした。各反応槽にはDO、pHおよびOPRセンサーを設置し、これらの計測値および経過時間に基づいてファジィ推論を行い、曝気装置のON/OFFを制御した。流入基質として、ペプトン、グルコースを主成分とする人工下水をBOD濃度が200 mg/Lとなるよう供給し、BOD容積負荷 0.2 kg / m^3 /day、HRT 24時間、SRT 約30日、MLSS 3500～4000 mg/L、返送汚泥率 100～300 %、曝気量は、第1槽は3.0 L/min、第2槽は2.0～4.0 L/min、反応槽内の水温を25 ℃の条件で運転した。また、表－1に、ファジィルールNo. 5を、表－2に、ファジィルールNo. 9を示す。ファジィルールについては、主に、第1槽においてリン放出が、第2槽において硝化、脱窒およびリン吸着がそれぞれ優先的に行えるよう、経験者のさまざまな意見や実験結果を基に作成した。A－SRTは、系内汚泥滞留時間に系内一日当りの好気時間を乗じて算出し、溶存態T－P濃度は、試料を遠心分離（3000rpm、3分間）し、その上澄み液を孔径1.0μmのろ紙でろ過した後、測定した。

表－1　ファジィルール No.5

第 1 槽	曝気 ON	a. ORP が-50mV 以下になってから 60 分 b. ORP が-280mV 前後かつ DO 濃度 0.5mg/L 以下 c. 撹拌工程における経過時間が 120 分
	曝気 OFF	a. ORP が 0mV 以上となってから 30 分 b. 曝気工程の経過時間が 60 分
第 2 槽	曝気 ON	a. DO 濃度が 0.5mg/L 以下になってから 60 分 b. ORP が-50mV 以下かつ DO 濃度 0.5mg/L 以下 c. 撹拌工程の経過時間が 75 分
	曝気 OFF	a. 曝気工程の経過時間が 60 分 b. pH が 6.1 以下になってから 30 分 c. pH6.0 以下 d. 見かけの Rr が 5mg/L/hour 以下で DO 濃度が 2mg/L 以上

表－2　ファジィルール No．9

第 1 槽	曝気 ON	a. ORP が-50mV 以下になってから 120 分 b. ORP が-280mV 前後かつ DO 濃度 0.5mg/L 以下
	曝気 OFF	a. ORP が 0mV 以上となってから 45 分 b. 曝気工程の経過時間が 60 分
第 2 槽	曝気 ON	a. DO 濃度が 0.5mg/L 以下になってから 60 分 b. ORP が-50mV 以下かつ DO 濃度 0.5mg/L 以下 c. 撹拌工程の経過時間が 75 分
	曝気 OFF	a. 曝気工程の経過時間が 120 分 b. pH が 6.1 以下になってから 30 分 c. pH6.0 以下

3. 実験結果及び考察

図－2 に、系全体の BOD_5、T－N および T－P 除去率の経日変化を示す。これによると、BOD_5 は各 Run を通して、85 %以上の除去率を示した。また、T－N は、Run 3、4（ファジィルール No.9）の時、90 %以上、T－P に関しては、Run 1（ファジィルール No.5）の時、60 %以上と最大の除去率を得ることができたが、窒素・リン同時除去はできなかった。図－3 に、系全体の NH_4－N 除去率と A－SRT の経日変化を示す。A－SRT

キーワード：ファジィ制御、2 槽式間欠曝気活性汚泥法、窒素・リン除去、ファジィルール
連絡先：〒535-8585 大阪市旭区大宮 5-16-1 大阪工業大学工学部 土木工学科 Tel：06-6954-4109 Fax：06-6957-2131

が 18 日前後であった Run 4､5 及び 6 では 80 %以上の高い除去率を得られたが、A－SRT が 15 日以下であった Run 1、2 及び 5 では、50 %程度の除去率しか得られなかった。これは、硝化反応を担う硝化菌を、系内に維持するために必要な A－SRT 日数を確保出来なかったためと考えられ、T－N 除去に対する A－SRT 制御の重要性が示唆された。

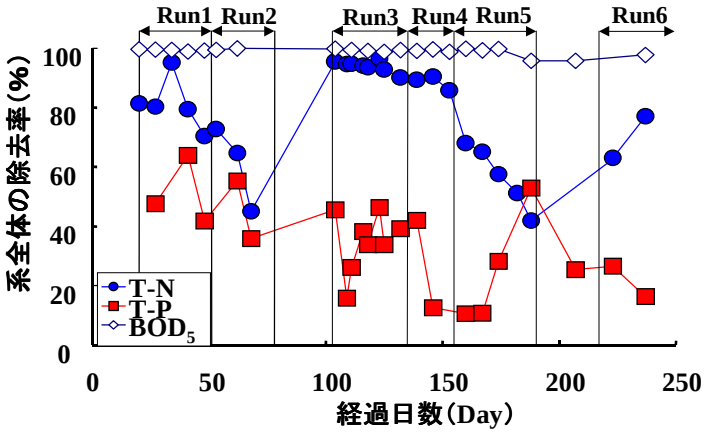
次に、図－4 に、第 1 槽の 1 日当たりの嫌気時間と系全体の T－P 除去率ならびに第 1 槽内の溶存態 T－P の関係を示す。これによると、嫌気時間が長い時ほど溶存態 T－P 濃度が高くなる傾向が認められたが、嫌気時間と系全体の T－P 除去率との間には、良好な相関関係は見られなかった。このことは、第 1 槽において放出されたリンが第 2 槽において安定して吸着されていないことを意味している。図－5 に示すように返送汚泥中のリン含有量が多くなれば、リン除去率が向上することから T－P 除去については、特に、第 2 槽におけるリン吸着を促進させるような好気条件すなわちファジィルールの設定が必要であると考えられる。

4.おわりに

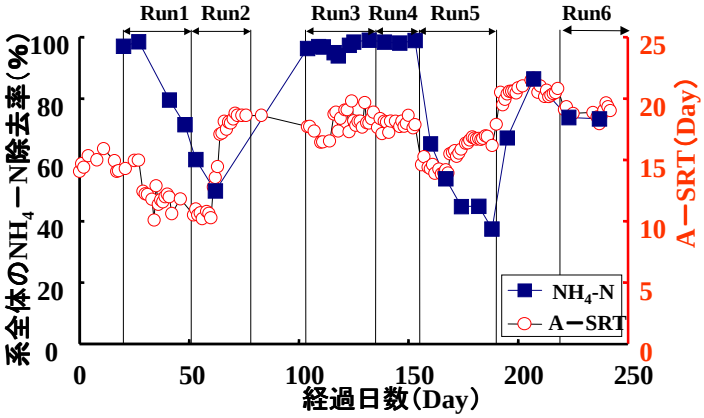
本研究により､T－N は 90%以上､T－P は 60%以上の除去率を得ることができたが、同時除去できるファジィルールの確立までにはいたらなかった。よって、T－N 除去では SRT を 30 日とした時 A－SRT を 18 日程度で、T－P 除去では第 2 槽でのリン吸着が促進される好気状態を確保することのできるファジィルールの確立が必要である。

最後に、本研究を遂行するにあたり、次世代水処理研究会、カジマアクアテック(株)、松下環境空調エンジニアリング(株)、及び本学卒業生の後藤慎太郎君、喜岡博敬君、杉江寛史君、山田淳史君に多大な協力を頂いたことをここに記し、謝意を表す。

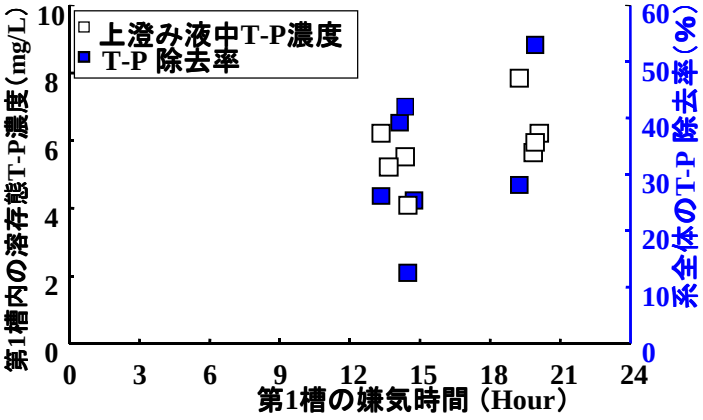
〔参考文献〕 1）佐々木伸宏、石川宗孝、八木俊策：ファジィ制御を組み込んだ 2 槽式間欠曝気法による生物学的窒素･リン除去、第 7 回シンポジウム 環境用水の汚濁とその浄化 pp.68～pp.71



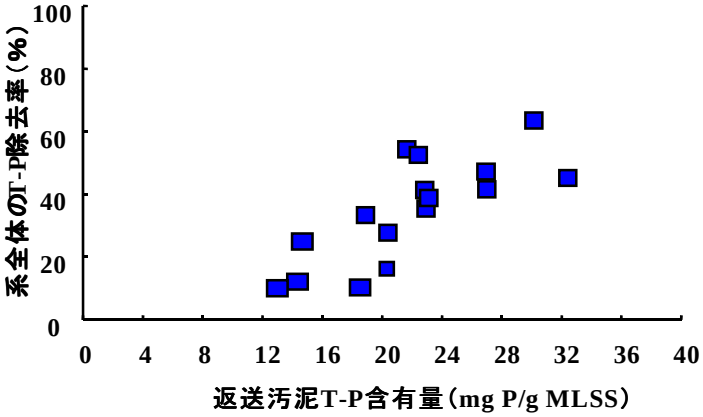
図－2 BOD_5、T－N および T－P 除去率の経過日数



図－3 A－SRT と NH_4－N 除去率の経日変化



図－4 第 1 槽嫌気時間と T－P 除去率の関係



図－5 リン除去率と返送汚泥中リン含有量の関係