

B-13 低負荷運転の浄化槽における汚泥搬出時期の考察

立命館大学 中島 淳 ○加畑堅太郎

1. はじめに：オンサイトタイプの生活排水処理システムにおいては、発生した余剰汚泥を一定の期間水処理施設に貯留した後に、他の場所に搬出して処理処分を行う場合が多い。我が国の浄化槽システムにおいても、多くの施設の余剰汚泥は濃縮・貯留の後に、バキューム車で屎尿処理場に搬出されている。中大規模の浄化槽の設計においては、予想される汚泥発生量と計画される汚泥の搬出頻度から汚泥貯留施設の容量が算定されるが、運転開始後の実流入負荷条件は設計値と異なり、汚泥の搬出頻度は計画から変更される場合が多々生じる。設計値と比較して低負荷で運転されている施設においては、発生汚泥量が計画値よりも少ないために汚泥搬出頻度は減少するが、維持管理費用の節減への配慮も加わり、汚泥搬出が異常に遅延し水処理性能に悪影響を及ぼしている事例もみられる。汚泥の搬出時期は一般に汚泥貯留系が満杯となって清澄な汚泥脱離液が得られなくなる時期といえるが、低負荷運転施設においてはその時期を超過しても即座には水処理性能に影響を及ぼさず、それも汚泥搬出の遅延の一因と考えられる。そこで、これらの施設での適切な搬出時期に関する判断基準を求めることを目的に、汚泥搬出が遅延していた実施設での調査結果をもとに、汚泥搬出時期の最適化について検討した。

2. 調査方法：レストランからの排水を処理する新設の合併処理浄化槽（処理対象人員 230 人）を対象に、運転開始時（1998 年 4 月）から 1 年間、週 1 回の水質調査を実施した。施設の処理フローは図-1 のとおりで、間欠曝気活性汚泥方式が用いられている。計画汚水量は $40\text{m}^3/\text{日}$ 、流入 BOD は 220mg/L 、曝気槽の BOD 容積負荷は $0.54\text{kg}/\text{m}^3\cdot\text{日}$ で設計されている。汚泥濃縮貯留槽の有効容量は 5.6 m^3 で、貯留日数の設計値は 19 日分である。汚泥濃縮槽への余剰汚泥引抜きの際に、等容量の脱離液が流量調整槽に戻る構造とされている。

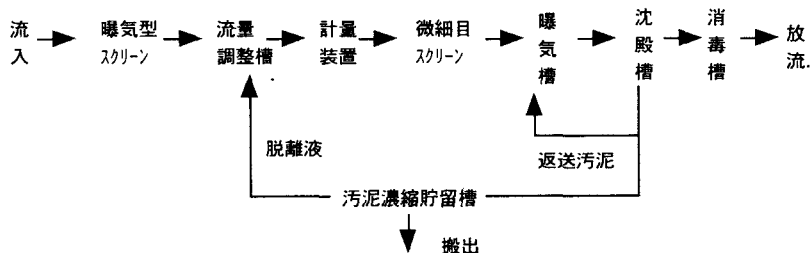


図-1 調査対象施設の処理フロー

沈殿槽から曝気槽への返送汚泥量は $40\text{m}^3/\text{日}$ で、汚泥濃縮槽への引抜き汚泥量は $0.167\text{m}^3/\text{日}$ （運転開始後 50 日から）で運転された。試料は流量調整槽から曝気槽への流入水（以下原水）、沈殿槽越流水（以下処理水）、曝気槽混合液（曝気時に採取）とし、BOD、SS、MLSS、窒素、リン等を測定した。また、浄化槽に流入する 1 日当たり流量を、調査時に水道メータから水道使用量を読み取り調査間隔日数で除して求めた。

3. 結果と考察

3. 1 運転状況：図-2 に流量と水温の変動を示した。流量は $15\text{m}^3/\text{日}$ 程度で推移し、250 日頃からやや上昇したものの、年間の平均値は $15.8\text{m}^3/\text{日}$ で計画汚水量の 39.5% であった。曝気槽水温は $15.6^\circ\text{C} \sim 33.4^\circ\text{C}$ で、年間の平均値は 25.0°C であった。当初は連続曝気で運転されたが、220 日以降は曝気：停止=105 分：15 分、290 日以降は同=90 分：30 分の間欠曝気で運転された。運転に伴い汚泥搬出の必要性が認められたものの、搬出は 330 日後に初めて実施されるまで遅延されていた。

3. 2 原水水質の変化：運転当初の BOD および SS はそれぞれ 250mg/L および 200mg/L 程度で推移していたが、100 日付近から増加し始め、汚泥搬出の直前では BOD が 800mg/L、SS が 1,500mg/L 程度まで増加した（図 3）。また、汚泥搬出後には急激に減少して、それぞれ運転当初のレベルにまで低下した。原水の T-N、T-P にも類似した傾向がみられ、それぞれ運転当初には 40mg/L および 6mg/L 程度であったが、100 日付近から増加し始め、汚泥搬出の直前ではそれぞれ 140mg/L および 25mg/L 程度まで増加した。

この原水濃度の増加は、流量調整槽に流入する汚泥濃縮貯留槽からの脱離液濃度が増加したことによると考えられる。実際、汚泥脱離液の濃度を汚泥搬出の前後で測定したところ、搬出直前時の SS は 10,000mg/L に達しており、この時点では引抜き汚泥がほぼそのまま流量調整槽に流入しているものといえる。一方、搬出直後の脱離液の SS は 100mg/L 以下に低下した。また、各原水水質の濃度増加以前の平均値に対する増加分（ ΔSS 、 ΔBOD 、 $\Delta T-N$ 、 $\Delta T-P$ ）間には高い相関が認められ（図 4）、 $\Delta BOD/\Delta SS$ 、 $\Delta T-N/\Delta SS$ 、 $\Delta T-P/\Delta SS$ の各比は、一般の浄化槽汚泥の比に近いものであった。これらのことから、汚泥濃縮貯留槽は、運転開始後約 100 日の時点で満杯となり、その後は SS 濃度の高い汚泥を含有する脱離液が流量調整槽に流入したものと判断される。

3. 3 処理水水質への影響：運転開始当初には、トラブルなども生じ処理水水質の安定に時間を要した。処理の安定した 80 日以降の処理水 BOD と SS の変動を図 5 に示した。いずれも初めは 10mg/L 程度で推移していたが、190 日付近から変動幅が大きくなり、300 日付近から急激に増加し汚泥搬出前には 50mg/L となった。搬出後は急激に低下し、10mg/L 以下となった。前述したように原水 BOD は脱離液の影響で 100 日付近から増加したものの、

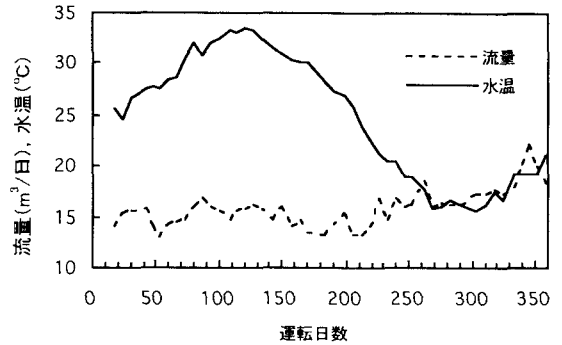


図-2 流量および水温の変動

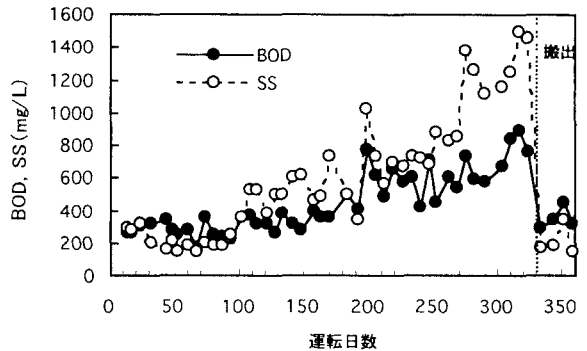


図-3 原水BODおよびSSの変動

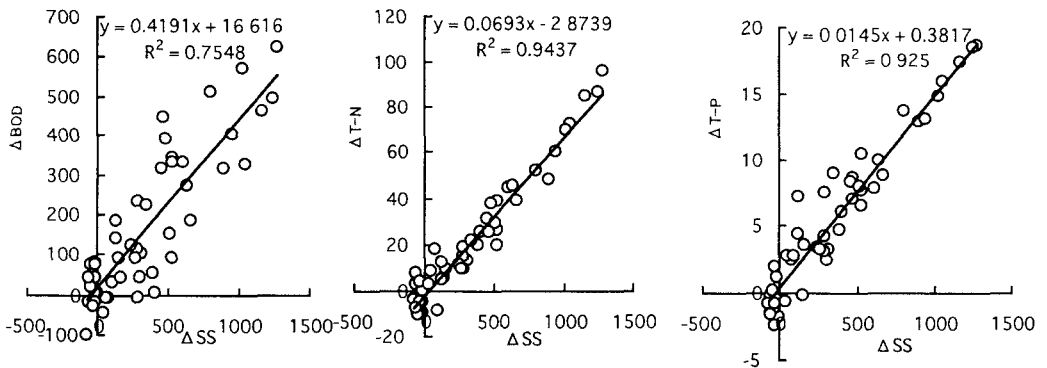


図-4 ΔSS と ΔBOD 、 $\Delta T-N$ 、 $\Delta T-P$ との関係

その影響は処理水質に即座には影響していなかったことがわかる。しかしながら、原水 BOD 負荷が増加するに従って、次第に影響があらわれ、ついには急激な処理水の悪化を引き起こしている。

原水 BOD と流量から曝気槽に流入する BOD 容積負荷を求め、処理水 BOD との関係プロットした(図-6)。設計負荷の $0.54\text{kg}/\text{m}^3\cdot\text{日}$ 程度までは、処理水 BOD には高値はみられないが、それを超えると処理水 BOD が増加する傾向がみられた。すなわち、汚泥濃縮貯留槽が満杯になって原水 BOD 濃度が増加しても、曝気槽流入負荷が設計負荷に達するまでは水処理性能には影響を及ぼさないが、それを超えると曝気槽への負荷が過大となり、ついには処理水の悪化が生じたことを示している。

3. 4 汚泥搬出時期の考察： 本施設の汚泥濃縮貯留槽の設計容量は約 20 日分であり、実流量が設計値の約 40%であることから、50 日程度の貯留能力は設計上確保されていると推測される。本調査結果においては、その約 2 倍の期間が経過してから汚泥濃縮貯留槽が満杯になった。これは新設施設の運転開始時のために、とくに汚泥濃縮貯留槽の貯留能力が大きかったと考えられ、最初の汚泥搬出の後では 100 日までの貯留能力は期待されないと考えられる。

本来の汚泥搬出時期は汚泥濃縮貯留槽が満杯になった時点であり、脱離液のサンプリングによる観察や原水の水質性状でその時期が確認される。しかしながら、低負荷で運転されている施設においては処理水質の悪化が即座に起こらず、汚泥搬出の判断がなされぬままに遅延される傾向があると考えられる。確かに、低負荷運転施設においては、この時点での曝気槽流入負荷は設計値よりも低く、施設の性能には余裕がある状態にある。このような施設では、汚泥搬出時期を曝気槽流入負荷が設計負荷に達する時点まで延長しても水処理性能には影響がないと考えられ、本調査結果ではその点が確認された。このことから、低負荷運転施設における最適な搬出時期として、曝気槽流入負荷が設計負荷に達する時点とすることが妥当と判断される。

すなわち、本施設においては、BOD 負荷が設計値を初めに超えた 190 日付近が最適な汚泥搬出の時期であり、この時点まで汚泥搬出の延長が可能であると考えられる。また、延長期間における水処理系で脱離液由来の有機物の分解があると考えられるので、搬出時期の延長により施設全体としての汚泥発生量の減少が副次的に期待できる。

4. おわりに：汚泥濃縮貯留槽が満杯になると、水処理系への負荷の戻りが起きるが、低負荷運転施設においては曝気槽流入負荷が設計負荷に達する時点まで、汚泥搬出時期を延長できるものと考えられた。しかしながら、実際にはその時点を超え、処理水質の悪化や貯留汚泥の異常な濃度上昇を引き起こしている施設が多い。汚泥搬出の延長の限界を超えない管理が重要であり、そのための管理方法の確立が課題である。

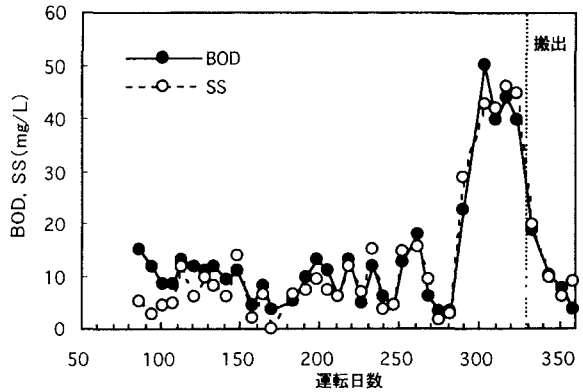


図-5 処理水BODおよびSSの変動

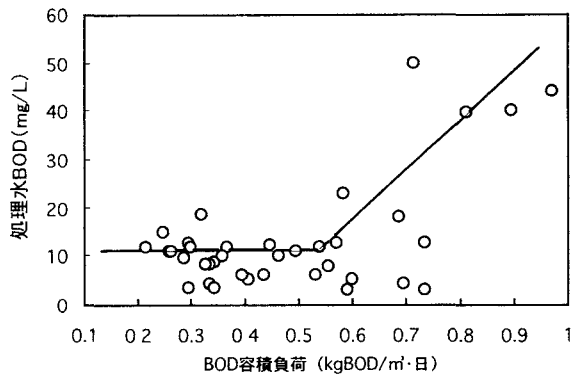


図-6 BOD容積負荷と処理水BOD