

市街地排水浄化施設における浄化特性のモデル化と運転管理法の評価に関する研究

京都大学大学院 学生会員 ○鈴木雄大
立命館大学 正会員 山田淳
(株)クボタ 非会員 豊田惣一郎
立命館大学大学院 非会員 景山早人

1.はじめに 滋賀県では、琵琶湖のより一層の水質改善のため1997年に「琵琶湖水質保全行動計画」が策定された。この行動計画には、下水道整備を始めとするポイント汚染対策の重点実施に加え、ノンポイント汚染対策の実施が含まれている。その対策の一つとして山寺川市街地排水浄化施設(伯母川ビオ・パーク)が建設され、2003年秋から運用された。これらの実績から、より効率的な運転をめざして、2007年度途中から貯留兼沈殿施設の排泥回数を減らして排泥流量の削減と排泥濃度を上げる試みが行われており、今後さらに排泥流量を減らすことが計画されている。本研究では、バッチ処理の排泥回数で2回の降雨分を1回にするよう変更した調査を行いその効果を評価するとともに、沈殿池内の濃度分布調査を実施して水質鉛直分布推定モデルを構築し、負荷削減量推定シミュレーションを行なった。

2.施設概要 本施設は複数の施設から構成される複合型浄化施設である。施設概要および処理フローを図1に示す。流入した雨水は、図2に示すように2槽からなる貯留兼沈殿施設(最大容量:7,200m³)で12時間静置された後、水深2.3mより上の水は上澄み水として後続施設へ送られ、下部の水は汚泥として流域下水道の汚水幹線へ送られる。また、貯留兼沈殿施設からの上澄み水がない場合は、植生等の維持のため、隣接する河川水が接触酸化施設に供給される。

3.調査概要

3-1. 降雨時調査(RS) 降雨時、施設に流入する市街地排水及び個別施設の処理水について、流量、水質調査を行なった。ここでは、RS-14~17の調査結果を使用する。

3-2. 排泥調査(DS) 排泥開始から終了まで水質変動を考慮した間隔で採水を行い、時系列データを得た。負荷量は時間比例により、代表1検体として分析を行なった。排泥方法はDS-3,4で降雨1回毎の排泥(1回貯留)、DS-5,6で降雨2回分に1回の排泥(2回貯留)である。

3-3. 貯留兼沈殿施設水質鉛直分布調査 RS-16,17における貯留水について、底から2m分を0.25m間隔に区切り、各層から採水して水質調査を行なった。

4.貯留兼沈殿施設における汚濁負荷削減効果

4-1. 排泥回数と排泥負荷量 流入及び排泥負荷量を図3に示す。大部分の排泥負荷は第1槽からのものである。DS-5,6は、2回分の降雨であり、比較的大きな降雨であるため、正確な比較はできないが、同等の削減効果があると考えられる。

4-2. 水質鉛直分布 図4に1回貯留後の水質鉛直分布調査結果を示す(RS-16)。調査毎・槽別・貯留回数別で水質分布が大きく異なっている。例外はあるものの、底面から1mでのSS濃度は10mg/L以下である。

4-3. 水質鉛直分布モデル 図4に1回貯留時の槽別水質鉛直分布推定モデル式を示した。2回貯留時には、新たな流入負荷を同じ分布式を比例して割り増す方式でモデル式を設定した。式の設定にあたっては、底から2.3mまでの排泥層を底泥部と上層水部とに分け、排泥負荷量の実測値とモデルからの推計値とが等しくなるようにしたため、実測値とかなり離れている例もあるが、シミュレーションによる積算結果には大きな影響はないと考えている。

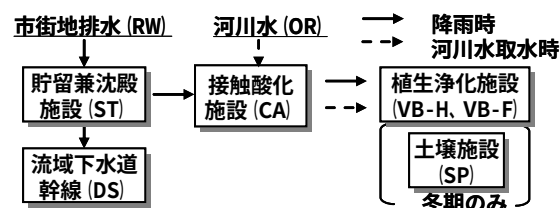


図1 施設概要・処理フロー

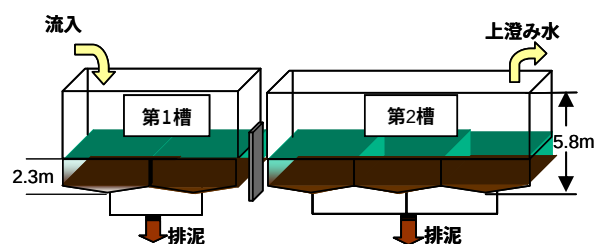


図2 貯留兼沈殿施設概要

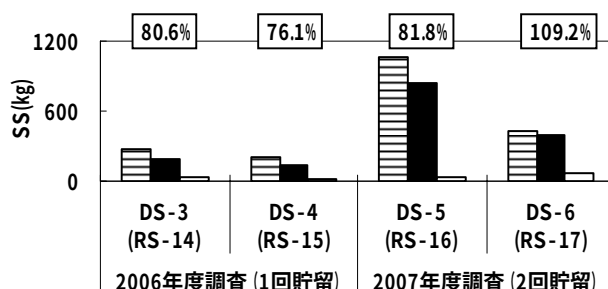


図3 負荷量収支 (SS)

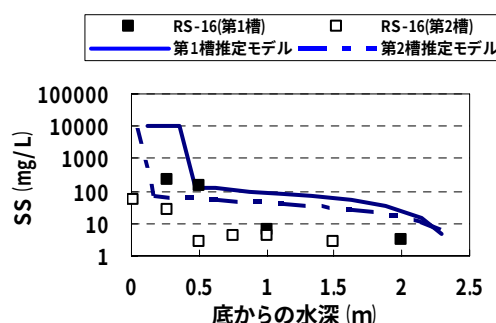


図4 水質鉛直分布調査結果とモデル式

Keywords Non-point Pollution (ノンポイント汚染), Urban Drainage Purification Facility (市街地排水浄化施設), Vertical Water Quality distribution (水質鉛直分布)

住所: 〒520-0811 滋賀県大津市由美浜 1-2 電話番号 077-527-6220

5.水質鉛直分布モデルを用いた負荷削減量シミュレーション

貯留回数別の年間負荷削減量を比較するため、モデル式を用いてシミュレーションを行なった。

5-1.2006 年の負荷削減量推定 まず、2006 年度 1 回貯留が行なわれた期間 (2006 年 1 月～12 月) を対象に水量及び負荷量のマスバランスを算定した。さらに、2006 年の運転方法を変更し 2 回貯留と仮定した場合についても算定し表 1 に示す。その結果、流入水量は 11000m³ (約 8%) 減少し、同じ割合で流入負荷量は減少している。これは、流入水質を平均化しているためである。また、排泥流量は大幅に減少するが、負荷量は 10%程度しか減らないので効率的な排泥ができることになる。一方、後続施設への負荷量は増加する。

5-2.上澄み水送水水位変更時の負荷削減量推定 (2 回貯留時) 表1の現状運転 (2006 年) に対して、上澄み水の送水水位を変更した場合の年間流量及び負荷量をシミュレーションにより推定した。上澄み水を底から 1.0m の水位まで下げて送水する場合 (パターン A) と、第 1 槽を 0.75m、第 2 槽を 0.25m の水位まで下げて送水する場合 (パターン B) について検討した。両ケースともに、シミュレーション結果を図5に示す。水位 2.3m の現状では 9.2%に過ぎない上澄み水の負荷が、パターンBでは 4 倍の 36.8%まで上昇する。

5-3.施設全体の年間負荷削減量推定 本施設は 5 つの施設から成る複合施設であるため、貯留兼沈殿池に水質鉛直分布推定モデルを適用し、他の施設にすでに発表した汚濁負荷削減量推定モデルを適用して山寺川市街地排水浄化施設全体の負荷削減量を推定した (図6)。なお、SP (土壌浄化施設) については冬の VB-H,VB-F (植生浄化施設) の機能低下を補うものであるため、CA (接触酸化施設) からの流入であると仮定した。

5-4.貯留回数別及び水位変更別マスバランス 1 回貯留時の現状運転を加えたシミュレーション結果の比較を表2に示す。2 回貯留時の水位変更により 15000～18000m³の流入水量増と 250～560kgの流入負荷量増が見込めることが分かった。現状運転に比べ、負荷削減率が 60～63%に減少しているが、後続施設での削減率が高くなるため、全体としては効果的に削減される結果となった。各シナリオでの降雨時の最終放流水質は、現状運転での 2.3mg/LがパターンBで 1.9mg/Lと低くなるが、負荷量では約 7%増加し、流入負荷量に対する削減率は約 1%下がることが分かった。

6.結論 当初計画から2回分の降雨をまとめる2回貯留方式、さらに上澄み水送水水位を変えた方式について、検討した。その結果、取り込み水量を増加させ、排泥量を大幅に減少させ、最終放流水質が改善されても、最終的な負荷量の増加が数%で、施設全体の削減率が微減するような方式があることを示した。

今後は、栄養塩等についての検討をしたい。

7.謝辞 なお、本研究の調査実験には、滋賀県下水道課の管理する施設を利用した。また、湖南中部流域下水道事務所、草津市からは、調査にあたっての有益なご指導をいただいた。関係各位に謝意を表する。

表 1 推定水量・負荷量収支 (シミュレーション期間：2006 年 1 月～12 月)

	流量 (m ³)		負荷量 (kg)	
	1回貯留	2回貯留	1回貯留	2回貯留
流入	144084	132809	7815	7117
上澄み水	93917	106588	611	652
排泥 (堆積含)	50167	26221	7204	6465
削減率			92.2	90.8

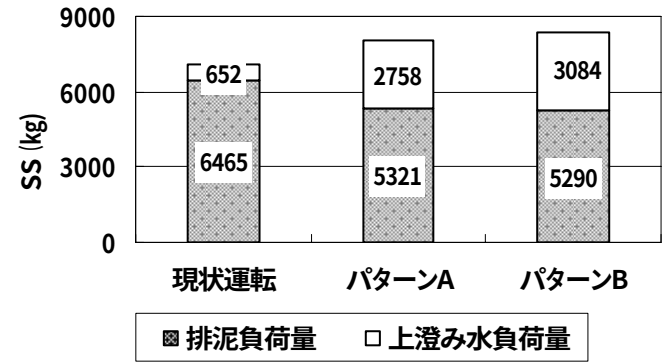
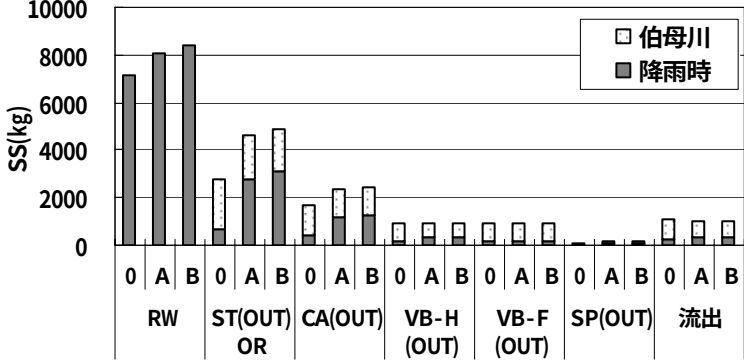


図 5 上澄み水送水水位変更別負荷割合 (SS) (シミュレーション期間：2006 年 1 月～12 月)



0	現状運転 (第1槽、第2槽ともに2.3mで送水)
A	パターンA (第1槽、第2槽ともに1.0mで送水)
B	パターンB (第1槽:0.75m、第2槽:0.25mで送水)

図 6 施設全体の SS 推定負荷量収支 (シミュレーション期間：2006 年 1 月～12 月)

表 2 貯留回数別・水位変更別マスバランス比較 (2006 年 1 月 1 日～12 月 31 日)

施設	1回貯留パターン0		2回貯留パターン0		2回貯留パターンA		2回貯留パターンB	
	SS 流入 (kg)	流出SS 平均水質 (mg/L)	SS 流入 (kg)	流出SS 平均水質 (mg/L)	SS 流入 (kg)	流出SS 平均水質 (mg/L)	SS 流入 (kg)	流出SS 平均水質 (mg/L)
ST	7815	6.5	7117	6.1	8079	18.0	8374	18.0
OR	2167	-	2098	-	1849	-	1820	-
CA	611	4.0	652	3.8	2758	7.7	3084	8.0
	2167	3.2	2098	3.2	1849	3.3	1820	3.3
VB-H	380	2.7	407	2.3	1177	2.8	1269	2.8
	1359	2.5	1316	2.3	1159	2.3	1140	2.3
VB-F	180	2.7	173	2.4	307	1.9	319	1.8
	803	2.5	716	2.5	633	2.5	623	2.5
SP	180	1.4	187	1.3	208	2.0	209	2.3
	803	0.6	777	0.6	687	0.6	676	0.6
流出 (kg)	219	2.3	227	2.1	296	1.9	298	1.9
	858	2.0	830	2.0	731	2.1	719	2.1
流入水量 (m ³)	144084		132809		159630		161742	
	421248		407169		355267		349293	