

# <研究発表>

## 上下水における環境負荷総合評価

### Evaluation Method of Environmental Loads in Water and Sewage Works

○隅倉 みさき, 武本 剛, 渡邊 昭二, 原 直樹

(株) 日立製作所

Misaki Sumikura, Takeshi Takemoto, Syouji Watanabe, Naoki Hara  
Hitachi, Ltd.

**Key Words:** Environmental Loads, Greenhouse Gas, Running Cost, Water Treatment, Sludge Treatment

#### 1. はじめに

水道, 下水道事業においては, 京都議定書の発効に伴う CO<sub>2</sub> 排出量の低減や, 水質総量規制に対応する汚濁負荷排出量の削減が課題である。このため, CO<sub>2</sub> や汚濁負荷を含む環境負荷の削減に有効な, 設備仕様および運転条件の設定を行う必要がある。その際, 環境負荷排出量にランニングコストを合わせて総合的に評価することが重要となる。今回, 浄水処理の消毒副生成物, 下水処理工程の有機物・窒素・りん, 汚泥などの排出量, さらに電力量, 燃料量, 薬剤量といった各負荷要因の評価手法を構築した。本報告では下水処理場と浄水場において処理方式を変更した場合について, 環境負荷を本手法で試算した結果を述べる。

#### 2. 下水処理場における環境負荷評価

##### 2.1 計算対象

計算対象は, 水処理系と汚泥処理系から構成される下水処理場とした。想定した設備構成を Fig. 1 に示す。試算は水処理系を3種類の運転方式で実施した。runA は嫌気無酸素好気法 (A<sub>2</sub>O 法) で運転するとした。runB は A<sub>2</sub>O 法の無酸素槽に脱窒の有機物源としてメタノールを添加した。runC は A<sub>2</sub>O 法の無酸素槽に引抜き初沈汚泥の一部を投入した<sup>3)</sup>。処理流量は 50,000m<sup>3</sup>/d とした。また, 流入水の水質は Table 1 のように, 計算条件は Table 2 のように想定した。

##### 2.2 計算方法

評価項目は, 1) 処理水水質 (BOD, T-N, T-P), 2) 電力量, 3) 汚泥量, 4) 薬剤量, 5) 燃料量, 6) ランニングコスト, 7) CO<sub>2</sub> 排出量である。下水処理場全体の排出量を評価するために, 初沈汚泥・余剰汚泥と返流水の量・組成により水処理系と汚泥処理系の物質収支を連成計算した<sup>1)</sup>。なお, 水処理系の計算は, 活性汚泥モデルを用いた生物反応シミュレータを使用した。CO<sub>2</sub> 排出量は, 2) から 5) の消費量, 排出量に換算係数を乗じた換算量と, 水処理系の反応槽および汚泥処理工程から排出する CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub> の換算量の合計とした<sup>2)</sup>。

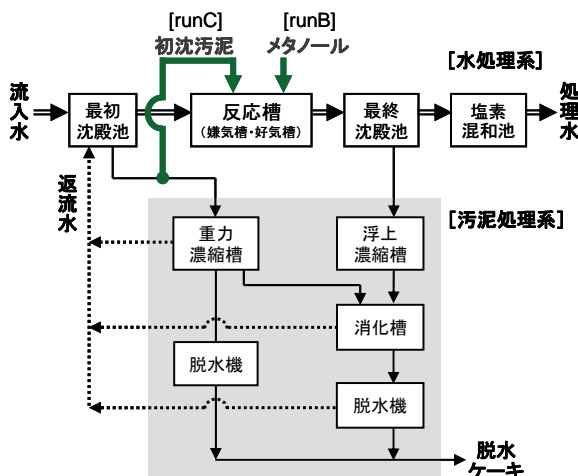


Fig. 1 想定した設備構成 (下水処理場)

Table 1 流入条件

流入条件	設定値
SS mg/l	300
T-BOD mg/l	270
S-BOD mg/l	115
T-N mg/l	40
T-P mg/l	5
水温 °C	20

○ runA (有機物源添加なし)

■ runB (メタノール添加)

□ runC (初沈汚泥投入)

処理水水質  
(窒素排出量)

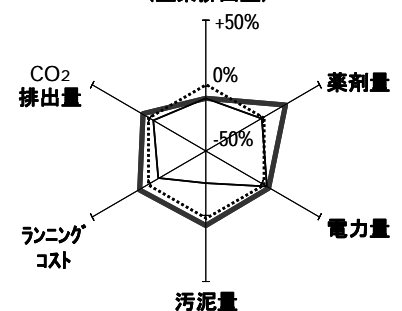


Fig. 2 試算結果 (下水処理場)

Table 2 計算条件

項目	runA	runB	runC
処理流量	m <sup>3</sup> /d 50,000		
MLSS	mg/l 2500		
メタノール添加量	g/m <sup>3</sup> -	0.2	-
初沈汚泥投入量*	% -	-	1.4

\* 処理流量比

### 2.3 計算例

前述のrunAで運転する下水処理場の処理水水質(T-N)を10%向上するためにrunBおよびrunCに変更した場合の環境負荷の試算結果をFig. 2に示す。有機物源増加の影響によりrunBおよびrunCともにプロワの電力量が増加した。runBはさらに薬剤(メタノール)量と汚泥量が増加した。runCは反応槽に投入した初沈汚泥が分解されることにより、水処理系から発生する汚泥量が減少した。このため、CO<sub>2</sub>排出量およびランニングコストがともに、runBは増加、runCは減少した。従って、CO<sub>2</sub>排出量低減と処理水水質向上の両立、またはランニングコスト削減と処理水水質向上の両立のいずれの目的でも、runCが有利である結果を得た。

## 3. 浄水場における環境負荷評価

### 3.1 計算対象

計算対象は、浄水処理系と排水処理系から構成される浄水場とした。想定した設備構成例をFig. 3に示す。試算は浄水処理系を3種類の運転方式で実施した。runAは凝集沈殿池、急速ろ過池に続き、薬品混和池で塩素消毒を行う設備構成とした。runBはrunAと同様の構成で着水井に粉末活性炭を投入した。runCはrunAと同様の構成で急速ろ過池の後段にオゾン接触池を設けた。処理流量は65,000m<sup>3</sup>/dとした。また、流入水の水質はTable 2のように想定した。なお、各runの薬剤混和池における塩素剤(次亜塩素酸ナトリウム)注入率は、浄水池の残留塩素濃度が一定になるように設定した。

### 3.2 計算方法

処理水水質はSS, TOC, 残留塩素, トリハロメタン前駆物質(THMFP)等を指標とした。他の評価項目は下水処理場の場合と同様である。水質は場内の滞留時間や薬剤の添加量等を用いて算出した<sup>4)</sup>。

### 3.3 計算例

前述のrunAで運転する浄水場において、処理水水質(THMFP)の目標値を達成するためにrunBおよびrunCに変更した場合の環境負荷の試算結果をFig. 4に示す。runBおよびrunCともにrunAに比べ薬品混和池に流入する有機物が低下するため、有機物による塩素消費量の低減に伴い塩素剤注入率が低下した。ただしrunBは粉末活性炭の使用により全薬剤量としては増加し、同時に汚泥量が増加した。runCはオゾン生成用の電力量が増加した。この結果、runBおよびrunCはともにランニングコストおよびCO<sub>2</sub>排出量が増加した。従って、CO<sub>2</sub>排出量とランニングコストを微増に抑えたいうえで処理水水質を向上する目的ではrunBが、薬剤量削減および汚泥量低減と処理水水質向上を両立する目的ではrunCが有利である結果を得た。

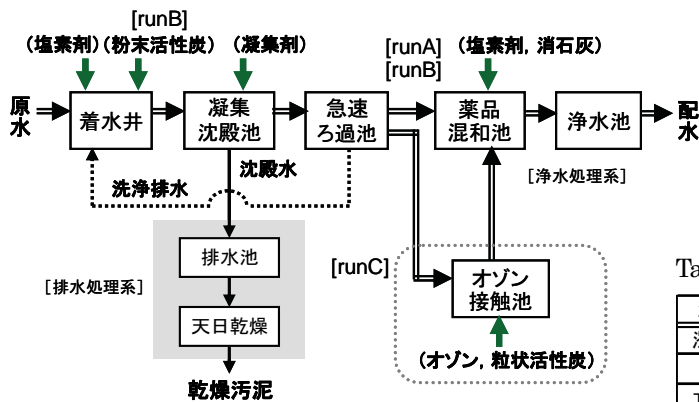


Fig. 3 想定した設備構成 (浄水場)

Table 2 流入条件

流入条件	設定値
濁度	- 3.9
SS mg/l	7.3
TOC mg/l	2.8
色度	- 10.4

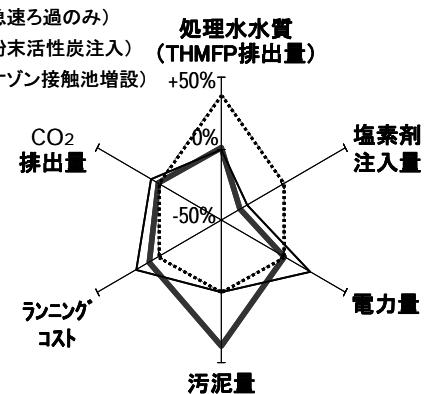


Fig. 4 試算結果 (浄水場)

## 4. まとめ

下水処理場および浄水場の環境負荷排出量を低減可能な運転方式や運転条件の設定を目的に、各種負荷要因を総合的に判断するためのCO<sub>2</sub>排出量、処理水水質、ランニングコスト等の評価手法を構築した。また、本手法を用いて下水処理場と浄水場で環境負荷を試算した。その結果、下水処理場や浄水場で運転方式や運転条件を変更した場合、処理水水質、電力使用量、薬剤使用量、汚泥量等の変動に伴い、CO<sub>2</sub>排出量が増減する結果を得た。本手法は機器運転条件の変更や既存施設の更新に伴う環境負荷の試算が可能で、費用対効果の評価や排出枠取引の支援に有効と考える。

### [参考文献]

- 1) 宗宮, 下水道協会誌, Vol. 41 [504] (2004) 131-141, 2) 環境省, “H14年度温室効果ガス排出量算定方法検討会報告書”(2005), 3) 武本他, EICA学会誌, 9[2] (2004) 83-90, 4) 土木学会, “環境工学公式・モデル・数値集”, 土木学会(2004) pp. 60-65.