

要旨

バンコクでは水質汚濁が主要な都市環境問題の一つとなっている。そこで、バンコク首都圏庁は大規模下水処理場の整備を進め、現在 8 つの施設（処理容量 111 万 m³/日）が稼働している。しかしながら、下水処理区内でも水質が十分に改善されていない都市河川が存在し、その原因の解明が都市政策上の課題となっている。しかしながら、これまでに下水処理場と都市河川水質の関係についての科学的知見が得られていない。そこで、本研究では、下水処理場の稼働実績と処理区内の都市河川の水質観測データを解析し、下水処理場が都市河川の水質改善に与える影響を評価した。2014 年、同下水処理場へは 28.0～65.3mg/l-BOD の排水が流入し、4.3～9.9mg/l-BOD の処理水が放流され、BOD 除去率は 78～91%である。また、同下水処理区内にある都市河川の BOD 濃度は 7.2～17.4mg/l である。下水処理場の放流水と都市河川の BOD 濃度を比較した所、5 処理区では放流水の BOD 濃度が都市河川のそれを 3.0～11.3mg/l 下回っており、2 処理区では都市河川の BOD 濃度を 0.4～1.5mg/l 上回っている事がわかった。更に、同都市河川はタイ国内の表流水水質基準によれば、最も水質の悪いクラス 5（BOD4mg/l 以上）に分類される事も明らかとなった。以上から、現在の都市河川水質の改善の阻害要因は、下水処理場の機能不全によるものではないと結論付けられる。そのため、都市河川水質改善の阻害要因として、下水の集水システム、し尿処理として古くから導入されている腐敗槽の管理、雑排水の都市河川への直接放流、厨芥類の都市河川への廃棄、腐敗槽未設置世帯の存在および都市河川に蓄積された底泥が想定され、都市河川の水質改善にはこれらの課題解決に向けた取り組みが必要であることが示唆された。

Abstract

Water pollution is one of the major problems for urban management in Bangkok, Thailand. Bangkok Metropolitan Administration is operating 8 centralized sewage treatment plants (CSTP) but water quality in some urban rivers has not improved enough yet. However, the issue has not been scientifically analyzed, thus we investigated that by analyzing data of treated water of CSTP and monitoring data of urban rivers in the service areas (URSA). As the results, in 2014, the CSTP receives sewage of 28.0-65.3 mg/l-BOD while discharge treated water of 4.3-9.9 mg/l-BOD, whose removal ratios reach 78-91%. Meanwhile, BOD concentration of URSA is observed as 7.2-17.4 mg/l. In 5 service areas, BOD of treated water is lower than URSA, though that of 2 CSTP are larger. In addition, we found the URSA is categorized as class 5, which is the worst water quality of Thai surface water quality standard. In conclusion, for the most part of the current CSTP shows good performance, thus hindrances to improve water quality of the URSA is caused by other factors, which are sewerage systems, management of septic tanks for black water, direct discharge of gray water, residents without septic tanks, garbage into URSA and sediments in the bottom of URSA.

バンコクの大規模下水処理場と都市河川水質の現状

国立研究開発法人国立環境研究所 岡寺 智大*

国立研究開発法人国立環境研究所 珠坪 一晃

国立研究開発法人国立環境研究所 小野寺 崇

モンクット王工科大学トンブリー校 Wilasinee Yoochatchaval

1. はじめに

バンコクでは水質汚濁が主要な都市環境問題の一つとなっている。そこで、バンコク首都圏庁（BMA）は大規模下水処理場の整備を進め、現在 8 つの施設（処理容量 111 万 m³/日）が稼働している。しかしながら、下水処理区内でも水質が十分に改善されていない都市河川が存在し、その原因の解明が都市政策上の課題となっている。しかしながら、これまでに下水処理場と都市河川水質の関係についての科学的知見が得られていない。そこで、本研究では、下水処理場の稼働実績と処理区内の都市河川の水質観測データを解析し、下水処理場が都市河川の水質改善に与える影響を考察した。

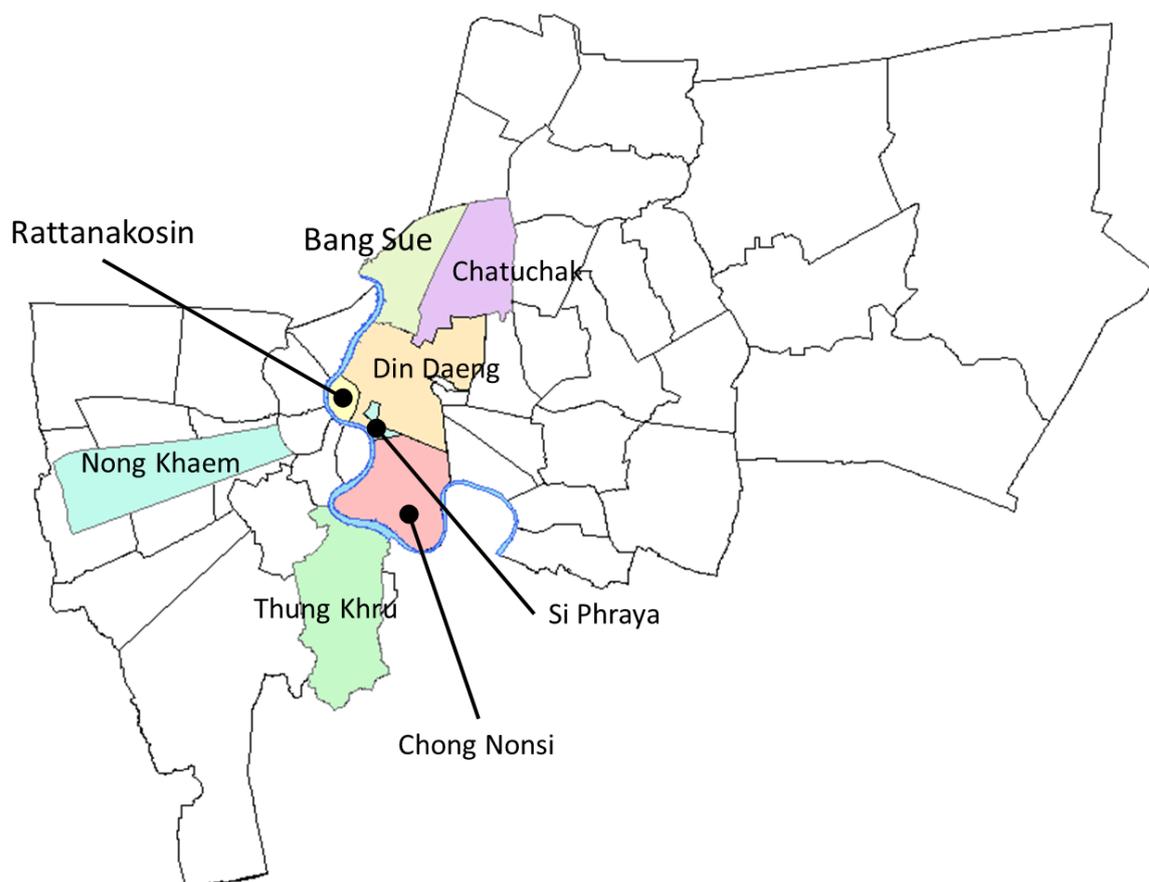


図 1 バンコクの下水処理区 (2014 年)

2. 手法

2.1 下水処理場の稼働実績データと処理効率

BMA 排水下水道局（DDS）は、下水処理の管理のため、毎月、下水処理施設に月間報告書の提出を義務付けている。そこで、DDS の協力の下、バンコクの大規模下水処理場（図 1）の稼働実績データを収集した。具体的には、バンコクで現在稼働中の 8 施設（Bang Sue、Chatuchak、Chong Nonsi、Din Daeng、Nong Khaem、Rattanakosin、Si Phraya、Thung Khru；図 1）における 12 ヶ月（2014 年）分の流入下水および放流水中の BOD 濃度（生物化学的酸素要求量；mg/L）を整備し、年平均濃度と下水処理効率を求めた。

2.2 都市河川水質データの収集と下水処理区内都市河川の同定

DDS では、バンコク内の都市河川の 303 地点でサンプリングを行い、毎月水質モニタリングを実施している。そこで、DDS から全地点の BOD 濃度の観測データ（2014 年）を収集した。また、下水処理区内にある観測地点（104 地点）を処理区毎に同定し、下水処理区内の都市河川の年平均 BOD 濃度を求めた。

3. 結果および考察

3.1 下水処理と都市河川水質の比較

2014 年、同下水処理場へは 28.0～65.3mg/L の排水が流入し、4.3～9.9mg/L の処理水が放流され、BOD 除去率は 78～91%である。また、同下水処理区内にある都市河川の BOD 濃度は 7.2～17.4mg/L である。下水処理場の放流水と都市河川の BOD 濃度を比較した所、5 処理区では放流水の BOD 濃度が都市河川のそれを 3.0～11.3mg/L 下回っており、2 処理区では都市河川の BOD 濃度を 0.4～1.5mg/L 上回っている事がわかった。

表 1 バンコクの下水処理場の処理効率と都市河川水質（BOD；年平均；2014）

	流入下水 BOD 濃度 (a; mg/L)	放流処理水 BOD 濃度 (b; mg/L)	処理効率 (1-b/a)	都市河川 BOD 濃度 (c; mg/L)	下水処理場 との比較 (c-b; mg/L)
Bang Sue	43.3	6.8	84%	9.8	3
Chatuchak	32.8	4.3	87%	14.7	10.3
Chong Nonsi	28	6.1	78%	17.4	11.3
Din Daeng	39.3	6.2	84%	16.5	10.3
Nong Khaem	43.9	7.6	83%	7.2	▲ 0.4
Rattanakosin	65.3	9.9	85%	8.4	▲ 1.5
Si Phraya	54.8	4.8	91%	—	—
Thung Khru	28.7	4.5	84%	9	4.5

3.2 下水処理と都市河川水質の相関

下水処理場からの放流水が都市河川の水質に与える影響をみるために、両者の BOD 濃度の相関を図 2 に示す。両者の間には強い相関は見取れなかった。しかし、興味深いのは放流水中の BOD 濃度が最大の Rattanakosin 処理区内の都市河川 BOD 濃度よりも、放流水中の BOD 濃度が最小の Chatuchak 処理区内の都市河川 BOD 濃度が大きい点であり、やや負の相関を取る可能性が示唆される。

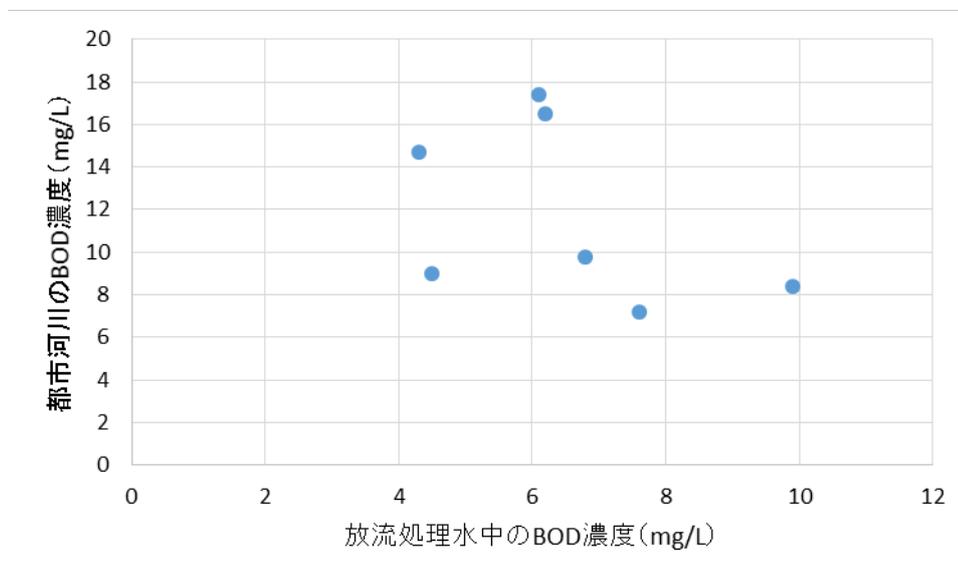


図 2 下水処理場からの表流水と都市河川水質の相関

次に、下水処理場の BOD の処理効率と都市河川水質の相関を観る（図 3）と、こちらもはっきりとした相関を見て取る事はできなかった。しかし、最も処理効率の低い Chong Nonsi 処理区内の都市河川の BOD 濃度が最大となっており、やや負の相関にあると推察される。

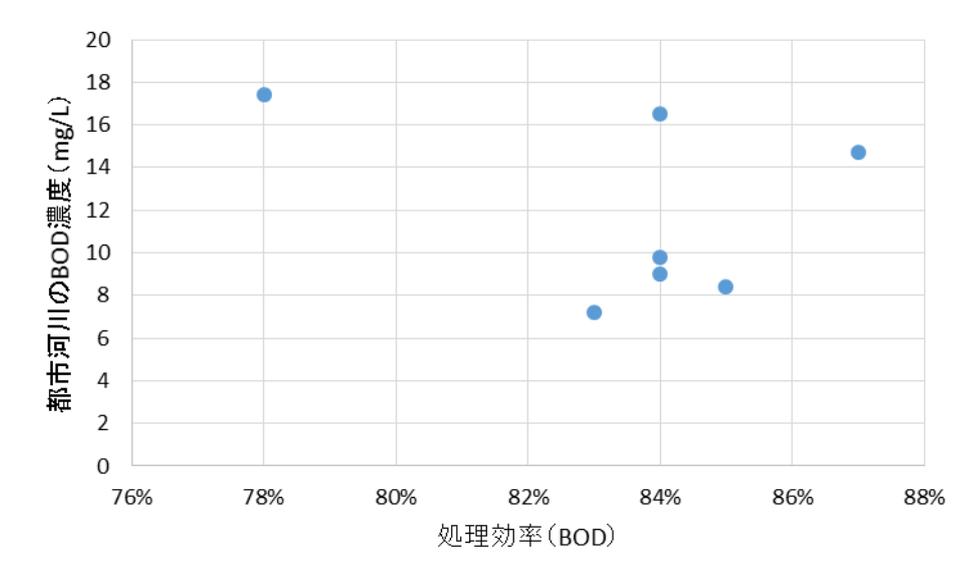


図 3 下水処理場の処理効率と都市河川水質の相関

最後に、下水処理場への流入下水の BOD 濃度と都市河川水質の相関を調べた (図 4)。概ね流入下水中の BOD 濃度が 40mg/L 未満の処理区内の都市河川 BOD 納戸が 14mg/L 以上となり、それ以上では 10mg/L 未満となる傾向にあり、両者は負の相関にあると考えられる。

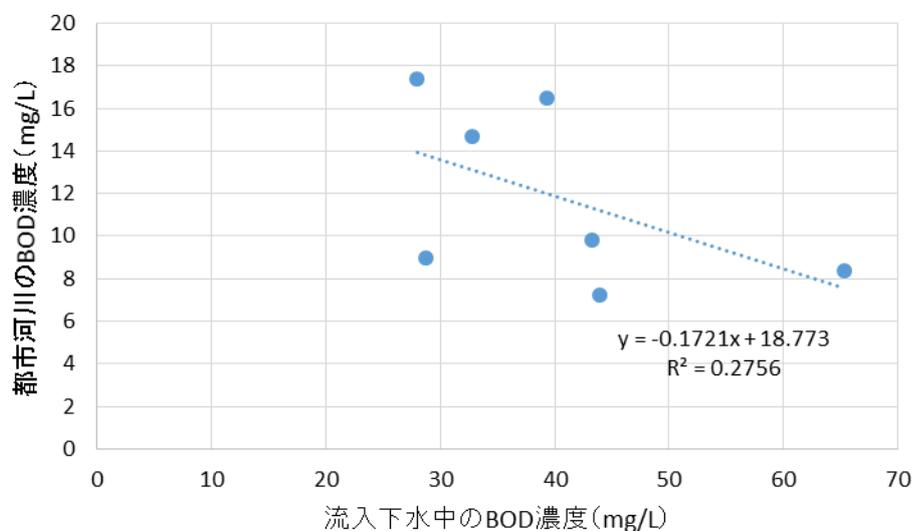


図 4 下水処理場への流入下水と都市河川水質の相関

3.3 下水処理区内の都市河川と水質基準

タイでは、利用目的に応じ、表流水が 5 つに分類 (1 級: 超清浄、2 級: とても清浄、3 級清浄、4 級: まあまあ清浄、5 級: その他) されている (Pollution Control Department (PCD), 2016)。この分類は 28 の水質指標に基づいてなされ、BOD もその 1 つとなっており、表 2 に示す基準値が設けられている (表 2)。

表 2 タイの表流水の分類と水質基準

	分類	BOD (mg/L)
1 級	超清浄	
2 級	とても清浄	1.5
3 級	清浄	2
4 級	まあまあ清浄	4
5 級	その他	

タイの水質基準に基づけば、バンコクの下水処理区内の都市河川の BOD 濃度は 4 級の基準値 4mg/L をいずれも超過しており、最も水質が悪い 5 級に分類される事がわかった。

4. 結論

バンコク都の下水処理区内の都市河川の BOD 濃度は水質基準の最低のクラスに分類される。しかしながら、下水処理場は高い処理効率で稼働しており、また、河川へ放流される処理水質も概ね河川水質より良好であるため、下水処理場の機能不全によるものではないと結論付けられる。

ただ、一方で下水処理場からの放流水の水質と、都市河川水質の間に有意な相関関係が見受けられないことから、下水処理の放流水以外の要因が、都市河川の水質改善を阻害していると考えられる。その要因としては、合流式下水道システムの集水効率、し尿処理として古くから導入されている腐敗槽の管理の不備、雑排水の都市河川への直接放流、厨芥類の都市河川への廃棄、腐敗槽未設置世帯の存在および都市河川に蓄積された底泥からの汚濁物質の溶解が想定され、これらの課題解決に向けた取り組みが必要である。特に、下水処理場への流入水中の汚濁物質濃度と都市河川の水質改善の相関が見られることから、集水効率改善が有効と推察される。

謝辞

本研究は、環境研究総合推進費「総合的アプローチによる東南アジア地域での分散型生活排水処理システムの普及に関する研究」(課題番号 1-1603)の成果の一部をとりまとめたものである。

参考文献

Pollution Control Department (PCD), 2016. Water quality standars. Pollution Control Department, Bangkok.