

タイ国 Chao Phraya 川下流域における縦断水質特性

中央大学 学生会員 ○舩山颯太
中央大学 正会員 松浦拓哉, 手計太一

1. はじめに

近年、タイ国は東南アジアの中でも安定して経済発展を続けている一方、河川の水環境は1996年から大幅な改善が認められず、特に主要河川では悪化している¹⁾。本研究対象領域である Chao Phraya 川下流域は、河口から 278.4 km に位置する Chao Phraya Dam からの放流量によって、河川水位や海水の遡上は一定程度コントロールされている²⁾。

本研究の目的は、タイ国 Chao Phraya 川下流域を対象に 2016 年 1 月～2022 年 10 月までの約 7 年間における首都圏水道公社 (MWA) による水質モニタリングデータを用いて、水温、pH、総溶解固形物 (TDS)、濁度、溶存酸素量 (DO)、塩分濃度、電気伝導率 (EC)、クロロフィル濃度の河川縦断時の時空間分布特性を明らかにすることである。

2. 対象領域と使用データ

図-1 は Chao Phraya 川下流域における主要ダムの位置と MWA、灌漑局 (RID)、気象局 (TMD) が実施している水文気象と水質観測地点である。本研究対象領域は Chao Phraya Dam から下流域である。Chao Phraya 川下流域は勾配が極めて平坦であることから (約 1/50000)、Chao Phraya Dam は塩水遡上マネジメントを行う上で重要な役割を果たしている。C07 観測地点 (河口から 95.1km) には Samlae 取水場がある。Samlae 取水場はバンコク首都圏の原水の約 73% を Chao Phraya 川から取水する重要施設である。Ayutthaya において左支川の Pasak 川が Chao Phraya 川に流入するが、塩水遡上マネジメントにおいては大きな流入量ではないため、本稿では、Chao Phraya 川の流量と水質データを基に議論を進める。

本研究で使用した水文気象と水質データは水温、pH、TDS、濁度、塩分濃度、EC、クロロフィル濃度、河川水位、ダム放流量、気温、降水量である。水温、pH、TDS、濁度、DO、塩分濃度、EC、クロロフィル濃度は MWA³⁾、ダム放流量は RID⁴⁾、気温、降水量は TMD⁵⁾ がそれぞれ 1 時間毎に観測している。

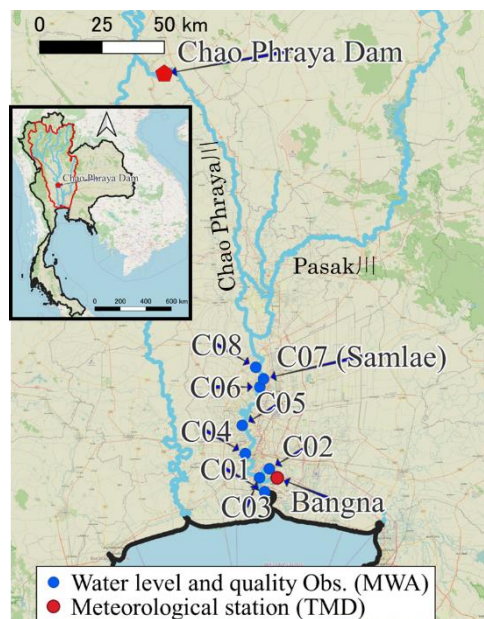


図-1 Chao Phraya 川下流域における主要ダムの位置と水文気象、水質の観測地点

3. 解析結果

全ての観測データについて、極端な時間変化があった場合のみエラー値として欠測処理した。本研究では河川縦断の時空間分布特性を明らかにするために、Kriging 法を用いて時空間に内挿補間を行い可視化した。ここで、pH は期間を通して 6.57～8.17 の間で推移しており、明瞭な季節変化は認められなかった。TDS と EC は塩分濃度と傾向が一致しているため、本稿では塩分濃度のみを示す。

図-2 は 2016 年 1 月～2022 年 10 月の Bangna における日降水量、Chao Phraya 川下流域における塩分濃度、クロロフィル濃度、濁度の時空間分布である。各濃淡図には Chao Phraya Dam からのダム放流量を黒線で示した。Chao Phraya 川下流域はアジアモンスーンの影響で雨期 (5～10 月) と乾期 (11～4 月) が明瞭に分かれている。雨期には時間 100 mm を超える降水量を観測することがある一方、乾期では無降水日が数カ月続くことがある。無降水日が続くと河口から海水が遡上しやすくなる。そのため Chao Phraya Dam では塩水遡上を抑制するために、乾期では 70 m³/s の一定放流を行っている。

塩分濃度は乾期に増加し、雨期に減少する季節変化がある。乾期においては2月頃にピークが見られ、河口から80 km 付近までタイの取水基準値 (0.5 g/l) を超える値を示した。一方、雨期においては全地点で取水基準値以下である。雨期の自然放流であれば海水の遡上を抑制できると推察される。しかし、2019年と2020年は年間降水量が例年より250mm少なく、乾期においては、取水場まで取水基準を超える塩分濃度が確認された。

クロロフィル濃度は、乾期に増加し、雨期に減少する季節変化がある。雨期の流量はクロロフィル濃度の増加を防ぐ十分な量であると考えられる。乾期の河川水の滞流により、河口から95.1km 地点の Samlae 取水場付近でクロロフィル濃度は高い値を示した。

濁度は日本の水質基準である 2.0 NTU と比べて高い値を示した。濁度の値は雨期に増加し、乾期に減少している。このことから、雨期の Chao Phraya 川の流量は、濁度が大幅に上昇するほどの流量であることが分かる。一方、乾期は大きな濁度の変化は認められなかった。

図-3は2016年1月～2022年10月の Chao Phraya Dam からのダム放流量と Chao Phraya 川下流域における塩分濃度の縦断分布である。ダム放流量が一定放流量を下回ると河口から60 km 付近まで取水基準値を超過した。一方、ダム放流量が1000 m³/s 以上になると、河口付近においても塩分濃度は概ね取水基準値以下であった。

4. 結論

本研究では、MWA, RID, TMD が観測する水文気象と水質データを用いて、Chao Phraya 川下流域における河川縦断の水質時空間分布特性を明らかにした。その結果、水質の季節変化は Chao Phraya Dam からの放流量に大きく依存していることが明らかになった。特に乾期では、塩分濃度、クロロフィル濃度は上昇し、濁度は減少する季節変化があった。塩分濃度はダム放流量が一定放流 (70 m³/s) になる乾期に、河口から60～80 km 付近までタイの取水基準値 (0.5 g/l) を超過した。また、降水量の少ない早魃年には取水場まで塩水が達した。濁度は全川において日本の水質基準値 2.0 NTU を超えていることが分かった。

以上のことから、今後の気候変動による海面上昇は同国における喫緊の水道危機であると推察できる。

参考文献

1) (公財)地球環境戦略研究機関: WEPA アジア水環境管理アウトック 2018,環境省, pp.112-121, 2018.

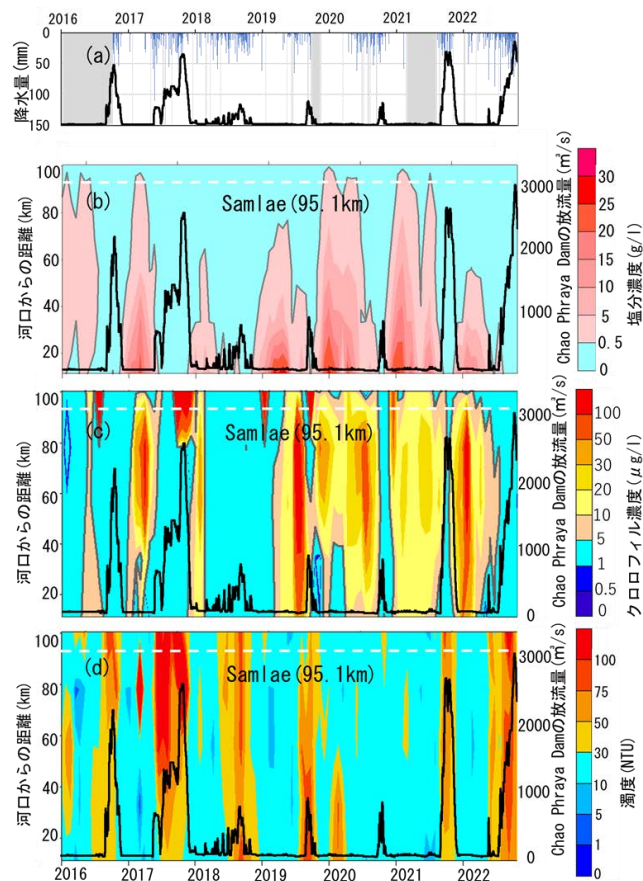


図-2 2016年1月～2022年10月の Bangna における日降水量(a)、Chao Phraya 川下流域における塩分濃度(b)、クロロフィル濃度(c)、濁度(d)の時空間分布(すべての図に Chao Phraya Dam からの放流量を併記した)

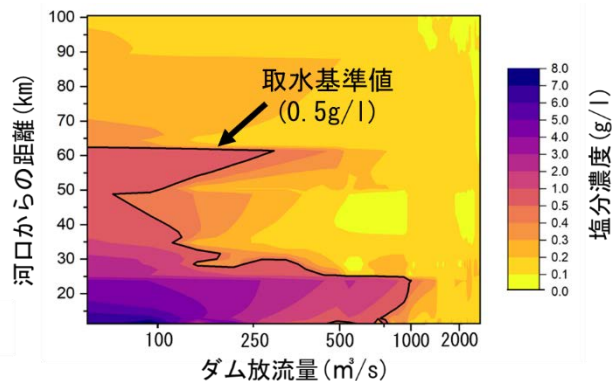


図-3 2016年1月～2022年10月の Chao Phraya Dam 放流量と Chao Phraya 川下流域における塩分濃度の空間分布

2) 堀内ら: タイ国 Chao Phraya 川下流域の水理水質特性, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol. 75, No. 2, pp. I_415-I_420, 2019.

3) Metropolitan Waterworks Authority : <http://rwc.mwa.co.th/page/home/> (2023年1月9日閲覧).

4) Royal Irrigation Department : <http://hydro-5.rid.go.th/> (2023年1月9日閲覧).

5) Thai Meteorological Department : http://www.aws-observation.tmd.go.th/web/reports/weather_minute.asp (2023年1月9日閲覧).