

都市型谷津における栄養塩流出について

横山智子 星野武司 横山新紀

1 はじめに

千葉県印旛沼(図1、地理院タイル一部加工)¹⁾は、化学的酸素要求量(以下、COD)の年平均値は10 mg/L前後で推移しており、高止まりの状況が続いている²⁾。第7期湖沼計画で実施した調査研究の結果では、植物プランクトンの増殖による内部生産が、水質改善停滞の原因の一つであることが示唆された³⁾。すなわち、印旛沼の水質改善のためには、流域から流入するCODと植物プランクトンの増殖による内部生産のCODの両方を削減する必要がある。植物プランクトンは窒素やリン等を栄養源として増殖するため、流域から湖沼へ流入するCOD負荷量のみならず、窒素やリンの負荷量を削減することが重要である。

印旛沼流域では、生活排水や事業場排水などの対策により、特定汚染源からの負荷量は着実に減少している。一方で、非特定汚染源(以下、面源)からの負荷量の寄与割合が増加している(図2)²⁾。既存調査で、面源系負荷量の実態が明らかになりつつある⁴⁾一方で、面源からの負荷対策は検討課題である。

この問題に対応するためには、一時貯留できる既存の調整池(既存のグレイインフラ)と土壌・植生のある湿地(グリーンインフラ)をうまく組み合わせて活用していくことが必要である。既存研究では、印旛沼流域の雨水調整池について、市街地から雨水とともに流出する汚濁物質について、滞留時間を増加させる簡易な工夫を施すことでの面源負荷削減効果を向上させる実証実験が行われた^{5)~7)}。

今回、都市地域における谷津地形に位置する既存の調整池において調査を行った。本調査の調整池は平水時にも湧水や生活排水の一部が流入する調整池であり、降雨時とともに平水時の水質把握が重要である。そこで、今回、調整池の平水時における流入水と流出水の栄養塩負荷量についての調査結果を報告する。



図1 印旛沼の位置図(出典:地理院タイル¹⁾一部加工)

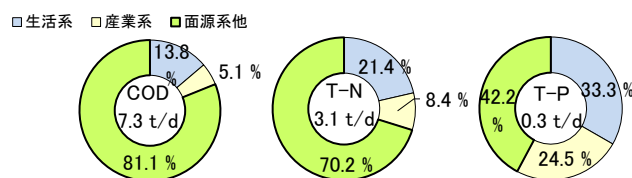


図2 流入負荷量の割合(令和2年度)²⁾

2 調査方法

2・1 調査場所及び調査日

調査は、印旛沼流域に位置する千葉県船橋市の調整池で行った。調査日は、2023年6月16~17日であり、流入水及び流出水について、濃度及び流量の調査を行った。

2・2 調査方法

集水域の水が流入する調整池の入口付近の上部と調整池から流出する排水路上部に自動採水器を設置し、調整池に流入した水と調整池から流出した水を採水した（図3）。自動採水器の取水口に重りを付け、流入は調整池の底から1 m となるように調節し、流出は底に付かないように縦20 cm×横20 cm×厚さ3.5 cmのブロックに固定して水中に沈めた。また、現地での流速調査及び水位測定と、流入水と流出水の採水場所にそれぞれ設置した水位計の水位及び貯留量の関係から流量を求めた。

自動採水器の試料は速やかに実験室に持ち帰り、全窒素 TN、硝酸態窒素 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、亜硝酸態窒素 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、アンモニア態窒素 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、全リン TP、リン酸態リン $\text{PO}_4\text{-P}$ 、懸濁物質 SS の分析を行った。

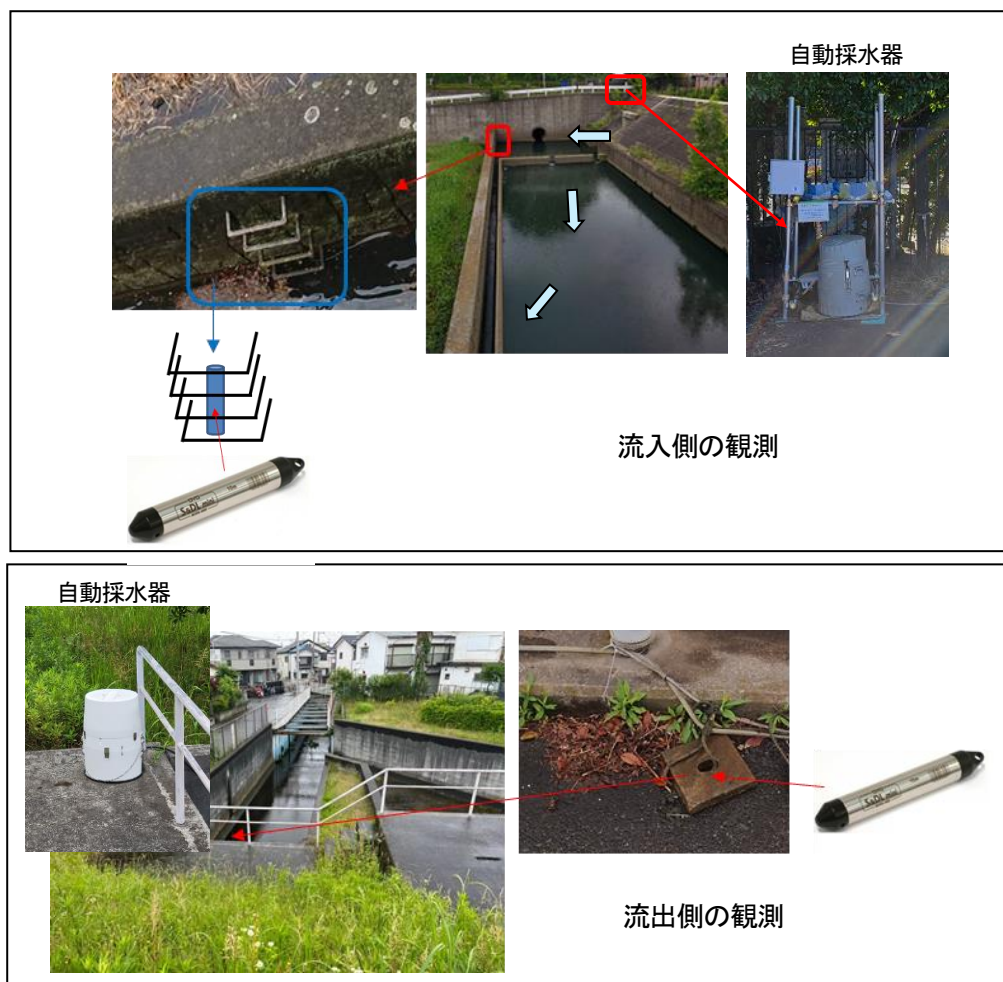


図3 調査方法

3 結果

調整池の集水域は全域下水道区域であるが、湧水等を含む約 $80 \text{ m}^3/\text{h}$ の一定量の流入があった。2023年6月16～17日の流入水及び流出水の調査結果を図4に示す。流出水の TN、流入水及び流出水の $\text{NO}_3\text{-N}$ の濃度変化は少ないが、流入水の TN に日変動が確認された。 $\text{NO}_2\text{-N}$ は流入水、流出水ともに 0.03 mg/L 未満であり、 $\text{NH}_4\text{-N}$ は流入水で $0.03\sim0.55 \text{ mg/L}$ 、流出水で $0.10\sim0.23 \text{ mg/L}$ であった。また、流入水の TP 及び $\text{PO}_4\text{-P}$ の日変動が確認された。日変動は2月の事前調査時にも同様に確認された。

各時間の栄養塩濃度と平水時流量 $80 \text{ m}^3/\text{h}$ から流入及び流出負荷量を算出した。平水時は流入及び流出流量がほぼ一定であるため、負荷量は濃度変化と同様の増減を示す。調査日における日負荷量を表1に示す。流入に比べ流出水では TN 及び $\text{NH}_4\text{-N}$ 負荷量は減少し、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 負荷量は増加した。 $\text{NH}_4\text{-N}$ 負荷量の減少量と $\text{NO}_3\text{-N}$

負荷量の増加量はほぼ等しいことから調整池内で硝化が進んだことが考えられた。また、TP 負荷量は減少したが $\text{PO}_4\text{-P}$ 負荷量は大幅に増加した。この理由は本調査からは明らかではないが、調整池の堆積物からの溶出等が考えられた。

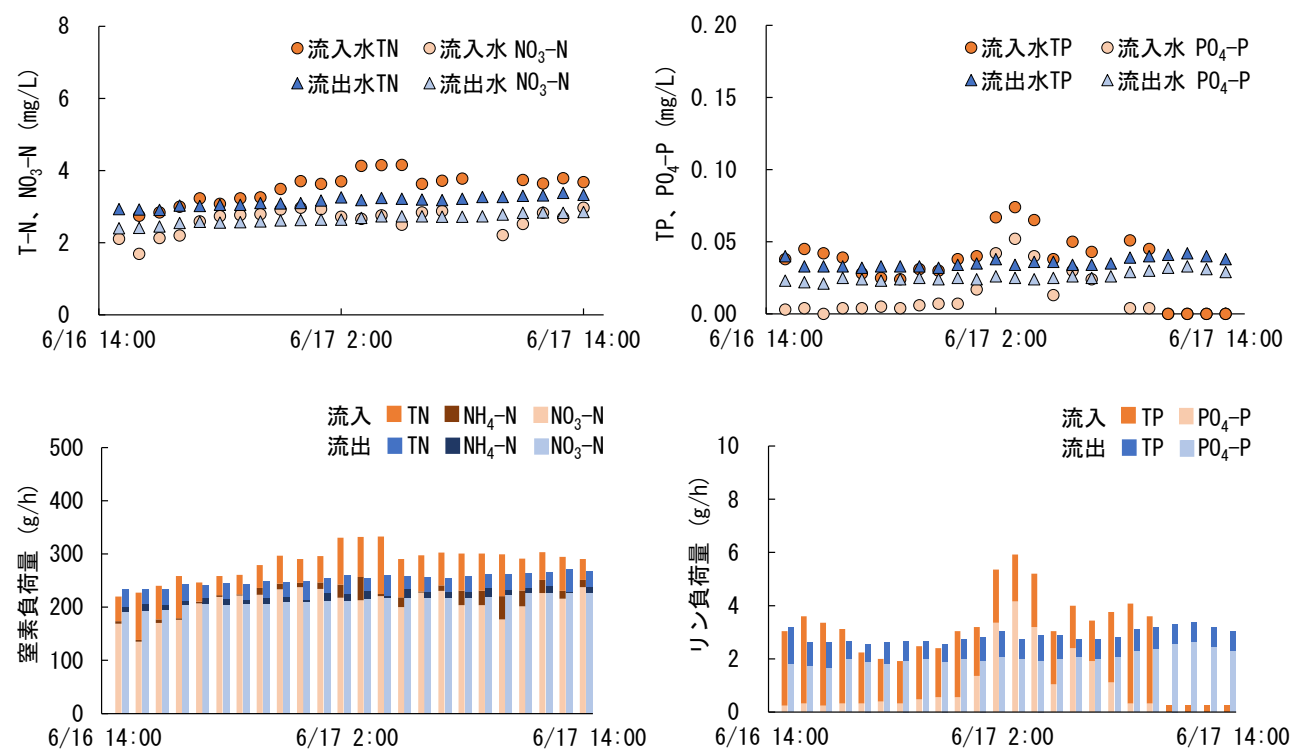


図 4 流入水及び流出水調査結果（2023 年 6 月 16～17 日、平水時）

表 1 日負荷量（2023 年 6 月 16～17 日、平水時）

	TN	NH ₄ -N	NO ₃ -N	TP	PO ₄ -P
流入水負荷量 (g/d)	6839	354	5002	69.8	23.9
流出水負荷量 (g/d)	6058	250	5106	68.6	49.7
増加, 減少量 (g/d)	-781	-105	104	-1.1	25.8
増減 (%)	-11%	-30%	2%	-2%	108%

引用文献

1) 国土交通省国土地理院：地理院タイル一部加工。
<https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html> (2024 年 8 月時点).

2) 千葉県環境生活部水質保全課：第8期湖沼水質保全計画。
<https://www.pref.chiba.lg.jp/suiho/8ki/innba/8ki-sankutei-innba.html> (2024年8月時点).

3) 千葉県環境生活部水質保全課：印旛沼及び手賀沼に係る湖沼水質保全計画（第7期）の進捗に関する資料（令和元年 12 月）. https://www.pref.chiba.lg.jp/suiho/shingikai/mizukankyoku/documents/20191226_s3.pdf (2024 年 8 月時点).

4) 横山智子, 星野武司, 横山新紀：印旛沼流域における面源負荷量の検討. 第36回全環研交流シンポジウム予稿集, 10-11 (2021).

5) 佐藤和博, 二瓶泰雄, 坂井純, 重松真奈美, 大野二三男, 湯浅岳士, 上原浩, 東海林太郎, 小倉久子：雨水調整池における市街地面源負荷削減効果向上策の提案. 土木学会論文集B1(水工学), 67(4), I_1291-I_1296 (2011).

6) 二瓶泰雄：雨水調整池における市街地面源負荷削減効果. 水循環 貯留と浸透, 75, 11-15 (2010).

- 7) 印旛沼流域水循環健全化会議：市街地面源負荷削減のための雨水調整池改良の手引き（案）～印旛沼流域水循環健全化会議浸透ワーキンググループの取り組み～. (2013).

<https://inba-numa.com/html/file/torikumi/torikumi/chouseiiketebiki.pdf> (2024年8月時点) .

謝辞 本研究の一部は、(独) 環境再生保全機構「環境研究総合推進費」(JPMEERF20202001)、
(JPMEERF20232002) 及び気候変動適応に関する地域機構変動適応センター等と国立環境研究所との共同研究(Ⅲ型共同研究、2021～2025年度)により実施した。