

印旛沼・手賀沼・霞ヶ浦における COD と各水質項目との長期変動特性の検討

中央大学 学生会員 ○寺島 大貴
 中央大学大学院 学生会員 柿沼 太貴
 中央大学 フェロー会員 山田 正

1. はじめに

戦後間もなく、日本では人口増加に伴い家庭や工場からの排水による公共用水域の水質汚染は公害病を引き起こす原因となった。今日の水質汚染は戦後の水質汚染と比べると、改善され公害病も無くなった。しかし、現在の問題は公共用水域の湖沼における水質改善が他の公共用水域である海域や、河川と比べ進んでいないことが挙げられる。公共用水域の有機汚濁の程度を表す指標に COD(化学的酸素要求量)が用いられており、国が定めた環境基準値を満たしている湖沼は約 5 割である。公共用水域全体では約 9 割であり、湖沼の水質改善が課題となっている。

既往の研究において、COD が増加減少する要因を解明するために、各水質項目との関連性や降雨及び外部流入など様々な研究が時空間的に密に行われている¹⁾²⁾³⁾。しかし、長期的な時間変化による COD の変動を分析するといった研究はほとんどされていない。

本研究では、基礎的研究として手賀沼、印旛沼、霞ヶ浦における 1980 年～2015 年の過去 35 年間分の水質データを解析することで、COD の長期的な変動特性を明らかにすることを目的とした。

2. 研究対象・概要

本研究では千葉県の手賀沼、印旛沼、茨城県の霞ヶ浦(西浦)を対象にした。3 湖沼の概要を表-1 に示す。選定理由として、上記 3 湖沼はそれぞれに定められている COD の環境基準値を満たしておらず、長期間水質観測が行われてきたことによりデータ数が十分に蓄積されているからである。

図-1 に、1980 年から 2015 年にかけての 3 湖沼における各水質項目の年平均値の経年変化を示す。各水質データは、国が定める環境基準地点(印旛沼の上水道取水口下、手賀沼の手賀沼中央、霞ヶ浦の湖心・麻生沖・掛馬沖・玉造沖)を用いた。ただし、霞ヶ浦は 4 地点の平均値を使用した。また、降雨量と日照は気象庁のデータ(印旛沼は佐倉、手賀沼は我孫子、霞ヶ浦は土浦)を用いた。

1980 年から 2015 年の間、大規模な出来事として手賀沼では 2000 年から北千葉導水路の運用を開始した。印旛沼では 1982 年頃から浮遊植物のオニビシ

表-1. 手賀沼、印旛沼、霞ヶ浦の概要

	湖面積	湖容積	滞留時間	流域人口	平均水深	湖沼の分類
霞ヶ浦(西浦)	172km ²	8.5億m ³	200日	97万人	4.0m	海跡湖
印旛沼	11.5km ²	1.9億m ³	22日	76万人	0.8m	海跡湖
手賀沼	6.5km ²	0.5億m ³	15日	50万人	1.7m	海跡湖

が異常繁殖し、1987 年頃に水面の 8 割が覆われた。それらを取り除くため、1987 年から 1994 年にかけて、刈り取り作業が行われた。霞ヶ浦では湖底の富栄養化した泥を取り除くために、1975 年から現在まで浚渫が行われてきた。その中でも、1992 年から 2010 年の期間は大規模な浚渫(約 400 千 m³/年)が行われた。

3. COD と各水質項目との関係性の分析

表-2 に、3 湖沼の COD と各水質項目との相関係数を示す。この表中で、COD との相関が高い水質項目に関しては赤字で囲った。この表と各水質項目の経年変化から、各湖沼では以下のことが分かった。

手賀沼に関して、1995 年頃まで COD の値が他の 2 湖沼の COD と比べ約 2 倍高かった。しかし、1995 年以降 COD は減少傾向になり、2000 年の北千葉導水路の開通から COD が 1995 年以前のような高い値を示すことはなくなった。COD と SS(懸濁態物質)が正の相関を持つことから、COD は溶存態有機物より懸濁態有機物の割合が多いことがわかる。また、COD と Chl-a(クロロフィル a)が正の相関を持つことも考慮すると、植物プランクトンの枯死が懸濁態有機物の形態に変わっていることが言える。つまり、Chl-a の増減が COD の増減を左右していることがわかる。その関係性を良く表しているのが、1985 年から 1987 年、1995 年から 2002 年の期間の COD と Chl-a である。次に、印旛沼では 1987 年から 1994 年に行われた水質改善対策を除くほとんどの期間で、SS と Chl-a の経年変化は同じ変動を示している。また、COD と SS が正の相関を持つことから印旛沼でも、手賀沼同様に植物プランクトンの増減が COD の増減に関係していると言える。このような水中の物質循環による COD の生成過程を内部生産と呼ぶ⁴⁾。ここで、1999 年から 2004 年にかけての降雨量と Chl-a の経年変化はほぼ逆の変動をしている。つま

キーワード 有機汚濁、COD、経年変化、内部生産、植物プランクトン

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学 理工学部 TEL03-3817-1805

表-2. 3湖沼の各水質項目の相関係数

	手賀沼	印旛沼	霞ヶ浦(西浦)
	COD	COD	COD
COD	1.00	1.00	1.00
TN	0.57	-0.62	-0.10
TP	0.49	0.55	-0.08
DO	-0.05	0.57	0.06
SS	0.74	0.70	-0.02
水温		0.22	-0.05
Chl-a	0.73	0.49	0.57
TN/TP	-0.08	-0.70	0.01
降水量(mm/年)	-0.62	-0.55	-0.45
気温(年平均)	-0.25	-0.14	-0.31
日照時間(h)	0.38	0.65	0.07

り、印旛沼の COD と Chl-a の相関が手賀沼同様の高い値を示さなかった理由は、印旛沼の水深が手賀沼の水深と比べて浅いので、降雨の影響を受けやすかったためだと考えられる。ここで、印旛沼の COD と高い相関を示した TN/TP に関しては、TN/TP が減少した 1984 年、1987 年、2007 年では、COD、Chl-a、SS は増加していることがわかった。次に、霞ヶ浦に関しては COD と各水質項目との相関はほとんどなかった。なかでも一番高い相関を示したのは COD と Chl-a で、長期変動を見ても関係性は明らかでない。最後に、3湖沼の COD の経年変化をみる。3湖沼であらゆる水質改善対策が行なわれてきて、COD の変動は違ってくるはずであるが、1990 年代前半から 2000 年にかけて、3湖沼の COD は同様な山型の変動をしていることがわかった。

4. まとめ

- 1) 手賀沼、印旛沼では、水中の物質循環による内部生産によって、COD の増減が生じた。
- 2) 印旛沼では、COD と TN/TP に負の相関があることがわかった。
- 3) 手賀沼、印旛沼、霞ヶ浦の COD 経年変化で、1990 年から 2000 年にかけて似た変動をしていた。

・参考文献

- 1) 辻盛生、重浩一郎、松本泰斗、折居成人、五日市千秋、立花一：久慈湾の水質改善に向けた河川および主要負荷源における水質の評価，総合政策，第 16 巻，第 2 号，pp171-184，2015.
- 2) 二瓶泰雄、真芽良平、堀田和弘、湯浅岳史：印旛沼流域における湧水の栄養塩・COD 環境の把握，水工学論文集，第 54 巻，2010.
- 3) 石川重雄、河野英一：印旛沼流域の水質環境，小特集・関東地域の農業水利と水理環境整備-6，1997.
- 4) 湖沼工学 岩佐義郎 山海堂

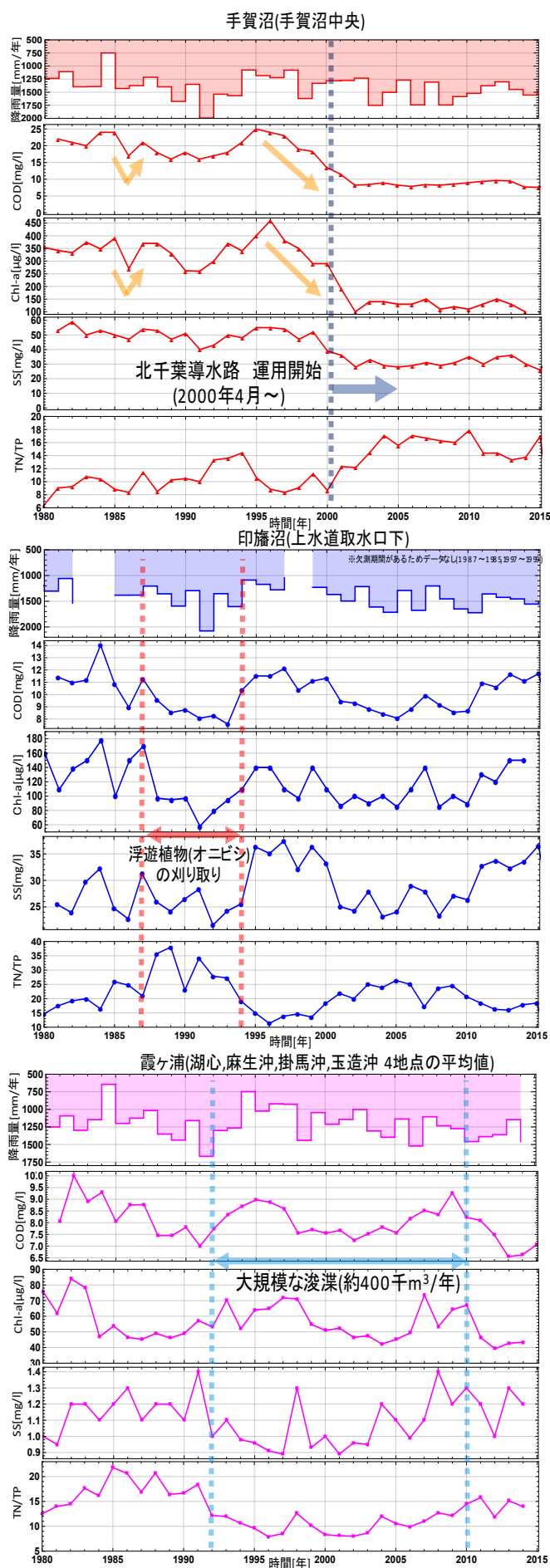


図-1. 手賀沼、印旛沼、霞ヶ浦 各水質項目の経年変化