

課題 1 水質シミュレーションモデルによる印旛沼の水質改善対策の検討

1 検討の概要

富栄養化の観点から印旛沼の水質改善対策の効果の概略を把握し、対策の方向性を明らかにすることを目的として、検討を行った。

既存モデルによる試算結果を整理した結果、印旛沼の水質改善に有効な対策は、流入汚濁負荷量の削減であり、沼内対策はあまり有効ではないと推定された¹⁾。

そのため、流入負荷削減対策の水質改善効果について、第4期湖沼水質保全計画の策定に使用したモデルを改良し、より詳細な検討を行った。水質の計算に当たっては、第5期湖沼水質保全計画の基準年度である平成17年度の実績負荷量を基準とし、気象条件も同年度のデータを使用した。

2 結果と考察

2・1 対策の効果の概略の把握

具体的な対策の検討に先立ち、対策の効果の概略を把握するため、流入負荷量を一定の割合で削減した場合の沼内水質を試算した。

平成17年度の実績負荷量を基準とし、流入負荷量を20～100%削減した時の印旛沼（上水道取水口下）のCOD濃度（年平均値）を図1に示す。

COD、窒素、りん流入負荷量を単独で削減した

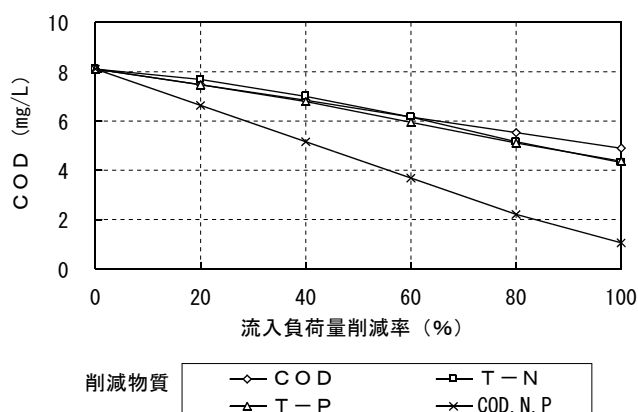


図1 印旛沼（上水道取水口下）の水質予測値（年平均値）

場合の効果は、ほぼ同等で、100%削減時の沼内COD濃度は、4～5 mg/Lと予測される。窒素は、冬季に硝酸の形で過剰に存在するため、削減率が小さい領域では、COD、りんと比べて、沼内COD濃度の改善効果がやや小さい。

COD、窒素、りん流入負荷量を同時に削減した場合、沼内のCOD濃度は、ほぼ直線的に低下し、100%削減時の沼内COD濃度は、1 mg/Lと予測される。この値は、底泥からの溶出及び沼の水面部分への降雨による負荷の寄与分と考えられる。

2・2 個別対策の効果の検討

様々な流入負荷削減対策の効果を評価するため、平成17年度実績負荷量を基準とし（ケース0）、対策を行った場合の沼内水質を計算した。

対策ケースと排出負荷量を表1に、水質予測結果（上水道取水口下における年平均値）を表2に示す。

各対策ケースにおける排出負荷量の算定に当たっては、第5期湖沼水質保全計画策定時の負荷解析結果を基本とし、本プロジェクト研究等、当センターの調査研究成果及び印旛沼流域水循環健全化会議の「みためし行動」の成果などを取り入れた。

（1）生活排水対策

①下水道整備・接続の促進（ケース1）：単独処理浄化槽、し尿処理場利用、自家処理人口の排水をすべて流域下水道に取り込んだ場合（下水道普及率91.5%）

②高度処理型合併処理浄化槽の設置促進（ケース2）：単独処理浄化槽、し尿処理場利用、自家処理人口の排水をすべて高度処理型合併処理浄化槽で処理

③単独処理浄化槽の合併処理浄化槽への転換（ケース3）：単独処理浄化槽、し尿処理場利用、自家処理人口の排水をすべて通常型合併処理浄化槽へ転換

3ケース（ケース1～3）の生活排水対策の内、ケース1（雑排水未処理人口の排水をすべて流域下水道へ）が最も水質改善効果大きい（COD 8.1 → 6.8mg/L, T-N 2.9 → 2.5mg/L, T-P

0.110 → 0.092mg/L)。

④生活用品の負荷削減(ケース4):生活用品(歯磨き剤)の切り替えによるりん負荷削減(削減量28.5kg/日;生活系負荷量の24%,総負荷量の8%)では,COD 8.1 → 7.9mg/L, T-P 0.110 → 0.103mg/Lとなる(流域内の下水道未使用人口のすべてが,りん含有量の非常に多い歯磨き剤を1日2g使用すると仮定した場合²⁾)。

(2) 流入河川対策

河川水のりん除去施設設置(ケース5):桑納川に,りん除去施設を設置した場合(りん濃度1mg/L,処理水量1000m³/日,りん除去率80%の施設を10基設置すると仮定→8kg/日削減;総負荷量の2.2%),削減負荷量が小さいため,沼内水質は,ほとんど改善されない。

(3) 面源負荷対策

ここで試算を行った,ケース6,7は,非現実的で,極端な条件設定ではあるが,大気由来及び畑地からの窒素負荷が,沼の水質にどの程度影響を与えているかを見積もるために計算を行った。

①大気由来の窒素負荷削減(ケース6):面源負荷の40%,全負荷量の25%,858kg/日(本プロジェクト研究の成果に基づく)を削減した場合には,COD 8.1 → 7.5mg/L, T-N 2.9 → 2.2mg/Lと予測される。

②畑地からの窒素負荷削減(ケース7):面源負荷の48%,全負荷量の30%,1035kg/日を削減した場合には,COD 8.1 → 7.4mg/L, T-N 2.9 → 2.1mg/Lと予測される。

(4)現時点で実施可能と思われる対策を最大限行った場合(ケース8)の水質予測

ケース1+小規模通常型合併処理浄化槽を高度処理型合併処理浄化槽へ転換+畑地からの窒素負荷量50%削減の対策を行った場合でも,COD 8.1 → 6.3mg/L, T-N 2.9 → 1.9mg/L, T-P 0.110 → 0.088mg/Lとなり,次節の目標値COD年平均値5mg/Lには達しない。

なお,「畑地からの窒素負荷量50%削減」という対策は,印旛沼流域水循環健全化会議の「農地系みためし行動」の成果の普及を想定したものである。

2・3 目標の設定と必要な対策量の検討

印旛沼の水環境保全の長期的な目標については,印旛沼流域水循環健全化会議において検討が行われており,いくつかの評価指標が示されているが,CODについては,年平均値5mg/Lが提案されている。この値を目標とし,達成に必要な対策量を求めると,現時点で実施可能と思われる対策を最大限行った場合(ケース8)に加え,産業系及び面源のCOD,りん負荷量を35%削減する必要があると試算される(ケース9)。

3 まとめと今後の課題

印旛沼の水質改善に有効な対策は,流入汚濁負荷量の削減であると考えられ,導水等の沼内対策は,あまり有効ではないと推定される¹⁾が,流入汚濁負荷削減による水質改善も容易ではなく,沼内のCOD年平均値を5mg/Lにするためには,COD・窒素・りんの流入負荷量を同時に40~45%程度削減する必要があり,生活排水対策以外の面源負荷等の削減対策も必要になると試算された。

今後の水質改善対策については,以下のことが考えられる。

- ①生活排水対策は,実施可能な対策として,引き続き重要であるが,それだけでは限界があり,面源負荷の削減が必要となる。具体的には,畑地での施肥量削減,市街地におけるCOD・りん削減対策として,雨水浸透施設の設置,雨水調整池の活用などが考えられる。
- ②りん負荷量については,産業系(特定事業場)の比率も高いため,より詳細な検討が必要である。生活排水対策の一つとして,りん除去型合併処理浄化槽の普及も考えられる。
- ③現行モデルでは,沼内の生物は,植物プランクトンしか考慮されていないが,動物プランクトン,水生植物,魚類等,現行モデルでは考慮していない生物による水質への影響及びこれらの生物を利用した水質改善対策の検討,並びに,それらの効果を評価するため,これらの生物をモデル化することも,今後の課題として挙げられる。

文献

- 1) 平間幸雄：印旛沼の水質浄化対策の効果に関する検討，千葉県環境研究センター年報第3号（平成15年度）（2003）
- 2) 上治純子，藤村葉子：生活用品による汚濁負荷量調査（Ⅱ），千葉県環境研究センター年報第4号（平成16年度）（2004）

表1 対策ケースと排出負荷量

ケース	対策内容	COD排出負荷量 (kg/日)				T-N排出負荷量 (kg/日)				T-P排出負荷量 (kg/日)			
		生活系	産業系	面源	合計	生活系	産業系	面源	合計	生活系	産業系	面源	合計
0	平成17年度実績（基準ケース）（下水道普及率78.0%）	1797	621	5606	8024	910	391	2146	3447	118	125	114	356
1	単独処理浄化槽，し尿処理場利用，自家処理 →すべて流域下水道（下水道普及率91.5%）	349	583	5606	6538	456	342	2146	2944	57	119	114	289
2	単独処理浄化槽，し尿処理場利用，自家処理 →すべて高度処理型合併処理浄化槽	695	621	5606	6922	752	391	2146	3289	120	125	114	359
3	単独処理浄化槽，し尿処理場利用，自家処理 →すべて通常型合併処理浄化槽	754	621	5606	6981	999	391	2146	3536	120	125	114	359
4	生活用品（歯磨き剤）の切り替えによるりん負荷削減 （削減量28.5kg/日）	1797	621	5606	8024	910	391	2146	3447	89	125	114	328
5	桑納川に，りん除去施設設置（りん濃度1mg/L，処理水量 1000m ³ /日，りん除去率80%，10基設置→8kg/日削減）	1797	621	5606	8024	910	391	2146	3447	110	125	114	348
6	大気由来の窒素負荷削減（面源負荷の40%，全負荷量の 25%，858kg/日削減）	1797	621	5606	8024	910	391	1288	2589	118	125	114	356
7	畑地由来の窒素負荷削減（面源負荷の48%，全負荷量の 30%，1035kg/日削減）	1797	621	5606	8024	910	391	1111	2412	118	125	114	356
8	単独処理浄化槽，し尿処理場利用，自家処理 →すべて流域下水道（下水道普及率91.5%） +小型合併処理浄化槽→高度処理型合併処理浄化槽 +畑地由来の窒素負荷を50%削減	305	583	5606	6494	271	342	1629	2241	57	119	114	289
9	ケース8 +産業系・面源のCOD，りん負荷を35%削減	305	379	3644	4328	271	342	1629	2241	57	77	74	208

表2 水質予測結果（上水道取水口下における年平均値）

ケース	対策内容	予測水質 (mg/L)		
		COD	T-N	T-P
0	平成17年度実績（基準ケース）（下水道普及率78.0%）	8.1	2.9	0.110
1	単独処理浄化槽，し尿処理場利用，自家処理 →すべて流域下水道（下水道普及率91.5%）	6.8	2.5	0.092
2	単独処理浄化槽，し尿処理場利用，自家処理 →すべて高度処理型合併処理浄化槽	7.6	2.8	0.111
3	単独処理浄化槽，し尿処理場利用，自家処理 →すべて通常型合併処理浄化槽	7.7	3.0	0.112
4	生活用品（歯磨き剤）の切り替えによるりん負荷削減 （削減量28.5kg/日）	7.9	2.9	0.103
5	桑納川に，りん除去施設設置（りん濃度1mg/L，処理水量 1000m ³ /日，りん除去率80%，10基設置→8kg/日削減）	8.1	2.9	0.110
6	大気由来の窒素負荷削減（面源負荷の40%，全負荷量の 25%，858kg/日削減）	7.5	2.2	0.104
7	畑地由来の窒素負荷削減（面源負荷の48%，全負荷量の 30%，1035kg/日削減）	7.4	2.1	0.102
8	単独処理浄化槽，し尿処理場利用，自家処理 →すべて流域下水道（下水道普及率91.5%） +小型合併処理浄化槽→高度処理型合併処理浄化槽 +畑地由来の窒素負荷を50%削減	6.3	1.9	0.088
9	ケース8 +産業系・面源のCOD，りん負荷を35%削減	5.0	1.9	0.070