

難分解性有機物の卓越した湖沼における負荷削減対策の方向性に関する研究

(株)日水コン 川口智哉, 正会員○永松由有, 碓智

1 はじめに

これまで下水道整備や排水対策など様々な対策にも関わらず、多くの湖沼で目立った水質改善がみられない状況にある。政策目標である水質環境基準が未達成である湖沼も依然として多いのが事実であり、水質汚濁機構の解明や非特定汚染源対策など各種施策の着実な推進の必要性が指摘¹⁾されている。特に、琵琶湖北湖で注目された湖水中 COD の漸増現象は水質環境基準の達成が困難になることは勿論のこと、植物プランクトンの種組成の変化との関連から生態影響が懸念²⁾されている。そこで本研究では、環境基準の達成が困難である現在の状況に対して、汚濁解析モデルによるシミュレーションを通して COD の起源を検討するとともに、負荷削減対策の方向性について検討する。

2 汚濁解析モデルの構築

(1) モデルの構成

今のところ、国立環境研究所における難分解 COD の研究³⁾が著名であるが、10 年以上の期間を対象にした COD 濃度の漸増傾向に対する汚濁解析モデルの検証事例はない。本研究では、琵琶湖の北湖を対象に既往の研究成果に基づく仮説(陸域起因、湖内起因)を解析モデルとして表現する。ここでは、

水温や水質の鉛直分布に関する年間の変化傾向を再現すべく鉛直 1 次元モデルを適用する。水質反応項には図-1 に示す内容を考慮する。水質指標には懸濁態 COD、溶存態 COD、植物プランクトンとして鞭毛藻類 1 種、藍藻 2 種、緑藻 1 種、珪藻 2 種、無機態の窒素及びリン、溶存酸素の 11 項目を対象とする。

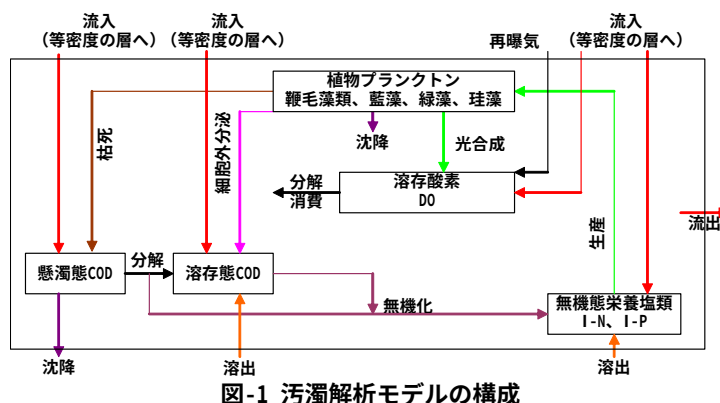


図-1 汚濁解析モデルの構成

(2) 現況解析

汚濁解析モデルに係る定数は複数存在することから、手作業でのキャリブレーションが困難であるため、大局的な探索能力に優れており、組合せ最適化問題に対して有効であるとされる遺伝的アルゴリズム⁴⁾を適用してモデル定数の最適化を図った。対象期間は COD の漸増現象が指摘されている 1985 年以降のうち、琵琶湖の水位と放流量を実績として入手している 1989～2004 年度までの 16 年を対象とした。陸域からの流入負荷は原単位や排水量・排水水質実績により推定した(図-2 参照)。図-3 は現況解析結果であり、湖沼への流入負荷量が減少傾向にある中で湖内 COD の漸増傾向は勿論、その他の水質項目も概ね良好に再現されている。また、溶存態 COD の起源を検討すべく、上記で得られた最適化モデル定数を用いて、生態反応なし、すなわち、植物プランクトンなしとするケースを追加した。この結果、生態反応なしとする場合は生態反応ありの場合の約半分程度になっており、COD の構成は陸域からの流入負荷と湖内生成とが同程度であることが示唆される。

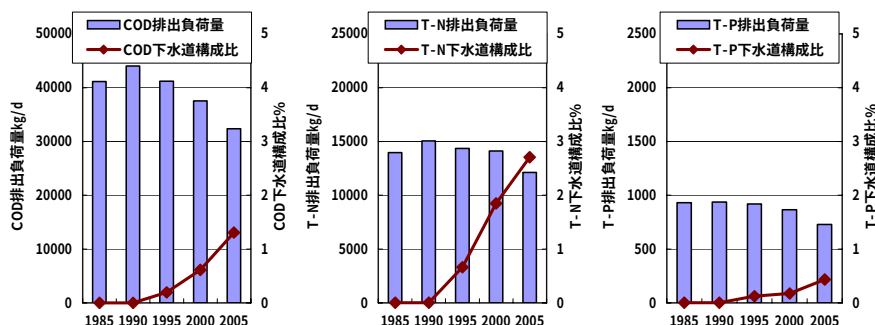


図-2 流入負荷量の推移

キーワード: 汚濁解析モデル, 難分解性有機物, 下水道

連絡先: 〒564-0063 大阪府吹田市江坂町1丁目23番101号 大同生命江坂ビル, TEL: 06-6339-7429,

E-mail: nagamatu_y@nissuicon.co.jp

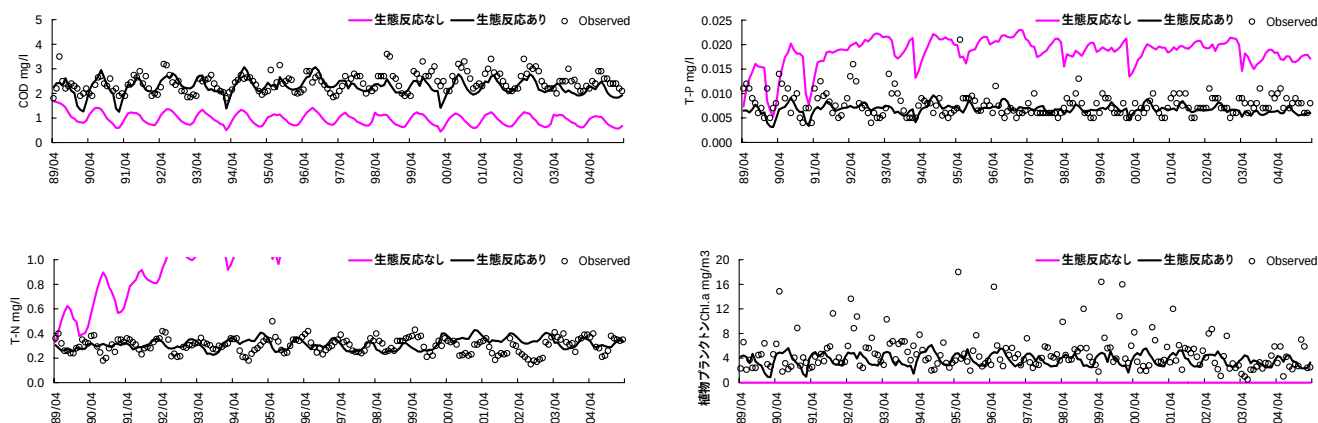


図-3 汚濁解析モデルによる水質指標の推定値と観測値との比較(表層)

3 負荷削減に係るシナリオ分析

(1) シナリオ作成

設定したシナリオは 2005 年を基準とし、下水処理の高度化のみで負荷削減を図った 3 ケースを設定した。次いで、湖沼への流入負荷量に占有する下水道の割合が小さいことを考慮し、流入負荷量に関して COD を 50%削減したケース、T-N を 50%削減したケース、T-P を 50%削減したケース、COD、T-N、T-P とともに 90%削減したケースの 4 ケースを追加した。設定したシナリオ別の流入負荷量を表-1 に示す。ただし、湖沼への流入負荷量を除く気象条件や水文条件等は 2004 年度の条件とした。流出率は 1 とした。

表-1 シナリオ別の流入負荷量

シナリオ	COD(kg/日)			T-N(kg/日)			T-P(kg/日)		
	下水処理場	下水処理場以外	合計	下水処理場	下水処理場以外	合計	下水処理場	下水処理場以外	合計
0%削減時	423	31,957	32,380	328	11,804	12,133	3.2	725.6	728.8
下水道	集集削減循環法	801	31,957	801	11,804	12,606	80.1	725.6	805.7
	超高度処理	240	31,957	176	11,804	11,981	1.6	725.6	727.2
	系外放流	0	31,957	0	11,804	11,804	0.0	725.6	725.6
感度分析	COD 50%削減	211	15,978	328	11,804	12,133	3.2	725.6	728.8
	T-N 50%削減	423	31,957	164	5,902	6,066	3.2	725.6	728.8
	T-P 50%削減	423	31,957	328	11,804	12,133	1.6	362.8	364.4
	COD T-N T-P 90%削減	42	3,196	33	1,180	1,213	0.3	72.6	72.9

(2) 分析結果

表-2 は負荷削減を継続した 10 年後の 2014 年度の湖沼水質の推定結果である。これより、下水道対策は湖内水質に及ぼす影響は小さく、仮に、発生源の COD、T-N、T-P 負荷量を 90%削減しても環境基準の達成は困難であることが分かる。

COD、T-N、T-P を個別に削減した場合を比較すると、COD や植物プランクトンの総量には大きな差異はみられないものの、N/P が高くなる T-P 削減時では動物プランクトンの捕食を受けにくい藍藻が増加しており、負荷削減手法によっては生態系を変えてしまう可能性を示唆している。

4 おわりに

琵琶湖北湖を対象にシナリオ分析を実施した結果から、陸域負荷量の大部分を削減した場合でも水質環境基準の達成が困難となる結果を得た。また、負荷削減の状況によっては生態系を変えてしまう可能性を示すことができた。昨今の課題である持続可能性を視野に入れ、生態系の保全や水産資源の管理をも含めた負荷削減手法の選択が必要であるというのが本研究の結果から得られた示唆である。

今後は、陸域負荷量の湖内水質に与える影響がより大きな浅い湖沼を対象に検討すること、魚類等高次消費者までを含めた食物連鎖構造をモデル化し、負荷削減に伴う生態影響を評価することが課題として挙げられる。

【参考文献】1)湖沼の水環境の保全に関する政策評価書 要旨、総務省(2004)

2)早川和秀ら:琵琶湖北湖における溶存態有機物の動態と COD 増加をとりまく現状、琵琶湖研究所所報第 19 号(2002)

3)国環研:湖沼における有機炭素の物質収支および機能・影響の評価に関する研究(特別研究)、国環研(2004)

4)Holland, J.H.: Adaptation in Natural and Artificial Systems, University of Michigan Press (1975)

表-2 湖沼水質の推定結果：着色部分は水質環境基準の達成

シナリオ	COD		T-N		T-P	Chl.a	藍藻
	年平均 mg/l	75%値 mg/l	年平均 mg/l	年平均 mg/l	mg/l	μg/l	μg/l
環境基準値	-	1.0	0.20	0.010	-	-	-
0%削減時	2.2	2.3	0.21	0.007	3.8	0.31	0.31
下水道	集集削減循環法	2.3	2.4	0.18	0.008	3.9	0.30
	超高度処理	2.2	2.3	0.20	0.007	3.8	0.31
	系外放流	2.2	2.3	0.19	0.007	3.8	0.31
感度分析	COD 50%削減	1.8	1.9	0.19	0.007	3.7	0.31
	T-N 50%削減	1.8	1.8	0.12	0.013	2.6	0.30
	T-P 50%削減	1.7	1.8	0.74	0.005	2.5	0.44
	COD T-N T-P 90%削減	0.7	0.7	0.24	0.003	1.3	0.30