

複合型植生浮島浄化法による湖沼等水質浄化技術

(株)フジタ 建設本部 土木エンジニアリングセンター 島多 義彦

Lake Water Purification Technology using the Complex Type of Floating Vegetated Island Method, by Yoshihiko SHIMADA (Fujita Corporation)

1. はじめに

閉鎖性が強く富栄養化した湖沼等では、植物プランクトンの異常増殖により水質が汚濁しやすく、pH、SS 濃度、および COD 濃度の上昇や底質の悪化等が水辺生態系や利水、アメニティ等の側面ですさまざまな水環境問題の原因となる。そこで、小規模な植生浮島と水生植物を利用する地球環境や周辺環境に配慮した湖沼等の浄化技術を開発した。本稿では、技術の概要を紹介するとともに、流入負荷条件の異なる隔離水域を使用した 2 つの実証実験により得られた浄化能に関する知見を示す。

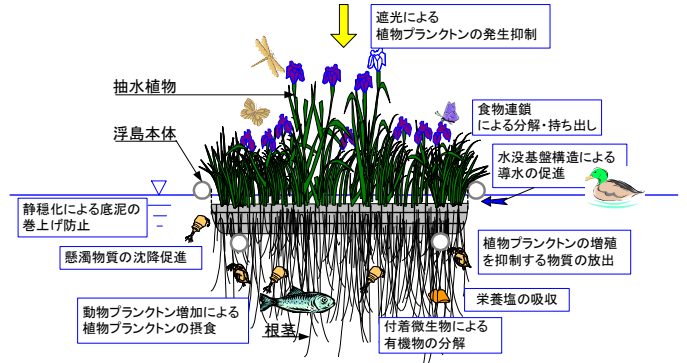


図-1 浄化用浮島の浄化機能

2. 技術の概要

本技術は、水質浄化用に開発した植生浮島(以下、浄化用浮島)を、湖沼等の水面積の 5~10%になるように水辺に係留・設置し、浮島と水生植物の複合的な浄化作用を利用して小規模の浮島で水質を改善する浄化工法である。浄化用浮島には、図-1 に示すような多様な水質浄化機能があり、植物プランクトンの増殖を抑制し、浄化機能を向上させるため、次のような特徴を有する。

- ① アオコを形成する藍藻類(*Microcystis* 属)の増殖抑制効果(アレロパシー効果)を有する水生植物を選択的に浮島植物に使用することにより、特に根茎からアレロパシー物質を効果的に水域内に放出する。
- ② 植生基盤表面を水没した構造とすることにより、浮島への導水促進、陸上植物の生育抑制と冬季の凍結防止による抽水植物の生育促進、および水生生物による物質循環(食物連鎖等)の促進等を行う。
- ③ 適度な強度があり、比表面積および空隙率が大きく、浄化に優れた多孔質材を植生基盤に使用する。

本技術の適用方法は、目的に応じて図-2 に示す 3 種類(湖沼等の直接浄化、流入負荷の削減、放流水の改善)がある。いずれの適用方法も、水処理プラントのような導水等に必要な電力や凝集剤等の薬剤を使用する必要はない。また、浄化用浮島は、基盤水深を変動させることで多様な植物を生育でき、鳥や水生動物の生息場となる。

3. 実証実験

隔離水域を使用して、流入負荷の有無の違いによる 2 種類の実証実験を実施した。

(1) 実験 1: 流入負荷の無い条件での実証実験

本実証実験は、2005~2006 年度まで環境技術実証モデル事業(湖沼等水質浄化技術分野)で実施された¹⁾。

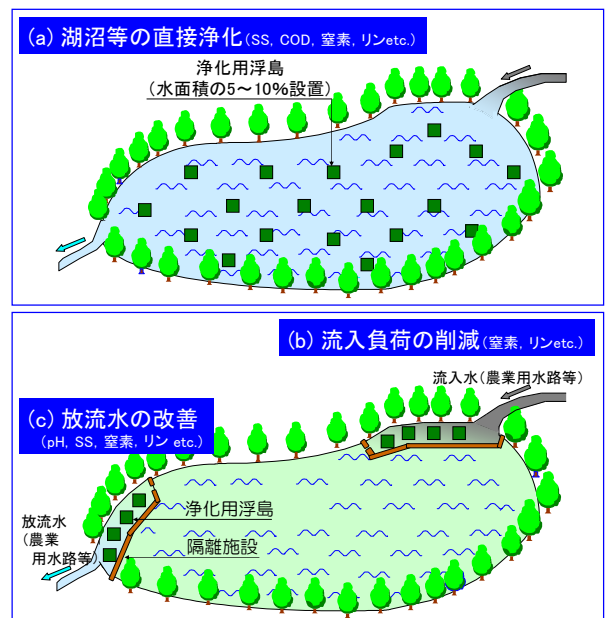


図-2 浄化目的に応じた適用方法

(1)-1 実験方法

埼玉県さいたま市別所沼(水面積 2ha, 平均水深約 1m, 流入水:工業用水 430m³/日)内に、遮水シートによる隔離水域(10m×10m=100m²)を設置し、水質を週 1 回の頻度でモニタリングして、技術を適用した処理区と対照区との比較により評価した。処理区は、隔離水域 100m²内に浄化用浮島(2.5m²/基, 4 基)および沈水植物再生用浮島(2.5m²/基, 4 基)をそれぞれ 10m²(遮蔽率 10%)ずつ設置した。浄化用浮島に植栽した抽水植物は、カキツバタ、キショウブ、セキショウとし、沈水植物再生用浮島に流域等から移植した沈水植物は、エビモ、ヒロハノエビモ、クロモ、マツモ、キクモ、ミズニラ、イトモとした。2005、2006 年度のそれぞれ 8 月、6 月に隔離水域の内外の池水を入れ替えて、処理区と対照区の水質を均一にして実験を開始した。

(1)-2 実験結果および考察

実証機関(埼玉県環境科学国際センター)による SS、COD、T-N、T-P 濃度の調査結果を表-1 に示す。実験開始後速やかに SS は減少し、これに伴い、COD、T-N、T-P も低減できることが示され、2 年目においても水質は安定した。また、SS 濃度の低下による水中の光量の増加と沈水植物再生用浮島で成長した沈水植物の一部が池底に着底したことにより、2005 年 10 月にはヒロハノエビモ、イトモが浮島周辺の水底に生育しているのが確認された。2006 年 5 月には、主にイトモ、エビモ、ヒロハノエビモが処理区内に繁茂し、2006 年 10 月には処理区内の面積の約 4 割まで沈水植物群落が形成された。

表-1 水質調査結果

調査期間	水質・平均値 (): 標準偏差		
	2005/8/23~9/27	2005年10/4~11/22	2005/7/5~9/20
季節・調査回数	夏・7回	秋・9回	夏・8回
処理区SS(mg/l)	4.6 (1.5)	1.9 (1.1)	3.4 (1.6)
対照区SS(mg/l)	22.9 (3.2)	13.0 (5.7)	7.6 (3.8)
SS濃度低減率(mg/l)	80.0%	85.5%	55.7%
処理区COD(mg/l)	8.6 (0.6)	6.1 (0.7)	7.1 (0.4)
対照区COD(mg/l)	18.9 (0.7)	13.0 (3.2)	12.2 (1.7)
COD濃度低減率(mg/l)	54.2%	52.7%	41.8%
処理区T-N(mg/l)	0.87 (0.07)	1.06 (0.11)	0.83 (0.20)
対照区T-N(mg/l)	1.50 (0.21)	1.97 (0.15)	1.19 (0.17)
T-N濃度低減率(mg/l)	42.2%	45.9%	30.5%
処理区T-P(mg/l)	0.037 (0.012)	0.031 (0.010)	0.029 (0.005)
対照区T-P(mg/l)	0.070 (0.010)	0.048 (0.012)	0.055 (0.021)
T-P濃度低減率(mg/l)	47.3%	35.0%	46.9%

(2) 実験 2: 流入負荷を有する条件での実証実験²⁾

(2)-1 実験方法

埼玉県蓮田市山ノ神沼内に、遮水シートによる隔離水域(42m×23.8m=1,000m², 実験期間の平均水深 1.16m) が 2 箇所ほぼ南北に隣接して設置されており、南側の隔離水域内には抽水植物(ヨシ、カササゲ、ヒメガマ)を移植した浄化用浮島(4m²/基, 25 基)が 2007 年 7 月 27 日から 100m²(遮蔽率 10%)設置されていた。2010 年 8 月 2 日から各隔離水域内に、設定した滞留時間(HRT)になるように水中ポンプで外部の沼水を導水し、流入水と隔離水域内の水質(調査頻度: 週 1 回)、および水位(連続測定)をモニタリングした。なお、隔離水域に流入した沼水の HRT を、20 日(8/2~9/6)、10 日(9/6~10/11)、7 日(10/11~11/6)になるようにポンプ導水量を設定したが、降雨や農業用水の流入等による水位変動分を加算すると、実質的な HRT は、それぞれ 13 日、5.5 日、4.8 日であった。

(2)-2 実験結果および考察

実験開始後の SS、Chl-a、TOC、T-N、T-P 濃度の HRT 別平均値および対照区と比較した濃度低減率を表-2 に示す。処理区では、いずれの項目も対照区と比較して低く推移し、本技術の高い濃度低減率が示された。また、流入負荷の無い条件での実験 1 と比較して、処理区の水質は高めに推移しており、流入負荷等の影響で処理水質は異なる結果を得た。HRT 別の負荷速度、および除去率の平均値を表-3 に示す。この結果、対照区との比較による池沼の直接浄化の観点(表-2)と流入負荷削減の観点(表-3)とで HRT13 日における浄化速度を浄化用浮島を設置した水域

面積当たりに換算して比較すると、前者の方が浄化速度は高い結果となり(T-N: 0.18<0.31g/d/m²-水域, T-P: 0.015<0.03g/d/m²-水域)、適用目的および適用方法の観点によっては、浄化用浮島の設置による浄化能の評価は異なる結果を得た。また、浄化用浮島を設置した水域の流入負荷に対する浄化速度は、同じ負荷速度の表面流式植生浄化(T-N: 0.11 g/d/m²-湿地, T-P: 0.01 g/d/m²-湿地)³⁾と比較して同等以上の流入負荷削減効果が示された。

表-2 対照区との比較による池沼の直接浄化効果

水質項目	平均濃度 (mg/l)						平均濃度低減率 (%)		
	HRT=13日		5.5日		4.8日		13日	5.5日	4.8日
	処理区	対照区	処理区	対照区	処理区	対照区			
SS	13.5	69.4	14.4	56.8	13.4	31.7	80.5	74.7	57.9
Chl-a	80.9	391.1	83.7	313.2	80.7	214.9	79.3	73.3	62.4
TOC	8.8	14.9	11.1	15.8	10.1	13.2	40.5	30.2	23.7
T-N	1.61	4.81	2.09	4.10	2.96	3.86	66.6	48.9	23.4
T-P	0.14	0.45	0.11	0.33	0.11	0.23	68.2	66.2	52.8

表-3 流入負荷に対する浄化効果

水質項目	平均濃度 (mg/l)						平均負荷速度 (g/d/m ² -水域面積)			平均除去率 (%)		
	HRT=13日		5.5日		4.8日		13日	5.5日	4.8日	13日	5.5日	4.8日
	処理区	流入水	処理区	流入水	処理区	流入水						
SS	13.5	47.6	14.4	44.0	13.4	32.7	4.6	8.7	7.5	71.6	67.3	59.2
TOC	8.8	11.8	11.1	14.7	10.1	11.7	1.1	2.9	2.7	24.9	24.9	13.8
T-N	1.61	3.51	2.09	3.79	2.96	4.31	0.34	0.75	0.99	54.2	44.8	31.4
T-P	0.12	0.30	0.11	0.29	0.11	0.22	0.029	0.058	0.050	61.6	61.8	50.5

4. 結論

流入負荷条件の異なる実証実験結果より、本技術の浄化機能が示され、流入負荷等の条件により、処理水質が異なることが示された。また、流入負荷削減対策にも有効であることが示された。今後、実施条件と目的に応じて最適な施設計画を実施する必要があり、本技術の湖沼等における適用実績(6 件)のモニタリング結果等を活用して計画手法の精度の向上に取り組む。また、ダム湖のような大水深でのデータの取得による計画手法の確立、および技術の普及に取り組む。

謝辞

環境技術実証モデル事業を実施していただきました環境省、埼玉県環境科学国際センターの関係者の皆様、山ノ神沼における浄化実証実験でご協力・ご指導いただきました福島大学稲森教授、東北大学西村教授、中野准教授、武田博士、埼玉県環境科学国際センター田中博士に深謝します。

参考文献

- 1) 複合型植生浮島浄化技術による湖沼等の水質浄化と沈水植物群落の再生, 島多, 土木学会土木建設技術発表会概要集, 265-270, 2009.
- 2) 流入負荷を伴う池沼における植生浮島の浄化機能に関する現場試験, 島多・田中・武田・中野・西村・仲沢, 第 45 回日本水環境学会年会講演集, 474, 2011.3.
- 3) 植生浄化施設計画の技術資料(2007 年版), 河川環境総合研究資料第 26 号, 河川環境管理財団, IV-22・23, 2007.12.