

水草等を用いた八郎湖の水質浄化技術

秋田県立大学 生物環境科学科
尾崎 保夫

水草等(陸生の有用植物を含む)を用いた八郎湖の水質改善に関するこれまでの研究事例や試みは比較的少ない。近年、潟船保存会(2006.3)等が、八郎湖の湖岸に粗朶消波堤を設置してヨシ、マコモ、アサザなどを植栽する活動により、一部の湖岸では、ヨシ、マコモ、アサザ群落が再生してきている。本取り組みは、地域住民の協働のもと、小学生の環境教育等も兼ねて実施され、新聞等でも注目されているが、どの程度の水質浄化効果を発揮しているか調査した結果は公表されていない。また、2~3年で充填した粗朶が分解・流失し、機能が十分発揮できなくなるので、今後は、効果の検証や定期的な粗朶の補填や管理が必要である。

神尾(1989)は、八郎湖干拓後のヘドロ地盤の脱水・固化を促進するためヨシを植栽し、その根の伸長深さが1mを超え、密に分布したルートマットはヘドロ地盤の排水性改良に効果があると同時に、栄養塩類の吸収にも寄与しているとの調査結果を報告している。

佐藤敦ら(2001)は、実験水路(全長184m、幅50cm、高さ45cm、水深30cm)に枝豆、セスバニア、ケナフおよびソルゴーを植栽した「浮き水耕ベッド」を設置し、八郎湖の湖水を流量0.5~3 L/秒で供給して、懸濁物質(SS)、全窒素(T-N)および全リン(T-P)の浄化試験(1996~2000)を行った。懸濁物質(SS)の平均流入濃度は、水田代かき排水の影響が大きい6月には約50 mg/L前後と高かったが、その後SS濃度は次第に低下し、水田の落水期以降は20~30 mg/Lに低下した。実験水路のSS濃度は、水路流下に伴いほぼ直線的に低下し、水路末端(184m)ではSS濃度は3.80~6.67 mg/Lまで低下した。本水路でのSSの削減率は6月を除いて85~90%で、SS除去速度は20~53 g/m²/日に達したと報告している。

流入水のT-N濃度は1.5~2.0mg/L、T-P濃度は0.13~0.24mg/Lで、同様に、水田排水等の影響を受けて季節変動がみられた。実験水路におけるT-N濃度およびT-P濃度はC地点(60m)でそれぞれ30~40%削減されるが、水路の中流以降では濃度低下は緩慢になり、水路末端におけるT-NとT-P濃度はそれぞれ0.86~1.16mg/Lと0.07~0.11mg/L(T-N削減率:22~52%、T-P削減率:40~58%)になった。また、T-NとT-Pの除去速度はそれぞれ0.25~1.30g/m²/日および0.19~0.31 g/m²/日となり、流入水の水質や植栽植物の生育状態により大きく変動することを示した。

さらに、佐藤敦(2005.3)らは、閉鎖性水域の水質保全手法を確立するため、ダイズ、ケナフ、チューリップ、ヘチマなどを浮きベッドに植栽し、農業用水の浄化試験を行い、各植物栽培期間の全窒素

表1 各調査植物におけるT-Nの除去速度

調査植物	調査期間	流速 (L/sec)	除去速度 (g/m ² /day)	備考
ダイズ	6/2~9/27	1.0	2.56	H17調査
ケナフ	5/26~10/24	1.0	2.65	H17調査
チューリップ	4/20~6/23	1.0	2.28	H16調査
セロリ	6/24~10/15	1.0	1.59	H16調査
ヘチマ	6/24~10/15	1.0	1.74	H16調査
スイートピー	6/24~10/15	1.0	1.58	H16調査

(T-N)除去速度は、ケナフでは 2.65g/m²/日、ダイズでは 2.56g/m²/日、チューリップでは 2.28g/m²/日、ヘチマでは 1.74g/m²/日となったと報告している(表 1)。実用化に向けた運転・管理法等を確立するため、本浄化システムの浄化特性や窒素の収支(植栽植物の吸収、水路内への沈殿、脱窒)等の説明が望まれる。

一方、秋田県八郎湖環境対策室(2008)では、八郎湖の浄化対策の一つとして中央幹線排水路の排水浄化を目的に、大潟村方上地区に7系列のヨシ自然浄化水路(長さ50m、幅7m、水深0.2~0.3m、7系列)を造成し、滞留時間やヨシの栽培管理が、懸濁物質や窒素、リン除去に与える影響を調査・解析している(表 2)。

表 2 大潟村方上地区の自然浄化施設の運転管理条件(平成 20 年度)

試験区番号	1	2	3	4	5	6	7
水深 (m)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
滞留時間(h)	6	12 72	12 72	24	24	48	48
流入量 (m ³ /h)	11.7	5.8 1.0	5.8 1.0	2.9	2.9	1.5	1.5
流入量 (l ² /sec)	3.3	1.6 0.3	1.6 0.3	0.8	0.8	0.4	0.4
水面積負荷(m ³ /m ² /日)	0.8	0.4 0.07	0.4 0.07	0.2	0.2	0.1	0.1
地表面の状態	○	●	○	●	○	●	○

※流入量=50m×7m×0.2m÷滞留時間(h)

※水面積負荷=流入量÷水面積=水深÷滞留時間(日)

※地表面の状態 ○:ヨシ刈り払い撤去 ●:ヨシ刈り払い撤去+地均し

※2・3系列の滞留時間は、当初12hrを6/20から72hrに変更

平成 20 年度は、試験開始時で試験条件と流出水質に明確な関係は認められなかった。試験期間中の流入水の平均水質は、SS 66mg/L、COD 12 mg/L、T-N 1.2 mg/L および T-P 0.37 mg/L であったが、水路 50m を流下した際の平均除去率は SS 75%、COD 1%、T-N 11% および T-P 29% となり、ヨシ植栽水路により SS とリンが比較的効率良く除去できることが確認できた。

上記試験結果を基に、各水路の面積当たりの窒素とリンの平均除去速度を試算すると 0.34~0.93gN/m²/日と 0.19~0.35 gP/m²/日になり、霞ヶ浦等でのヨシを活用した浄化試験よりやや高い除去速度が得られた。浄化水路内にはイトミミズ、オオユスリカ、シオカラトンボのヤゴやトノサマガエルのオタマジャクシが多く、これら4種類の水生動物の体内の窒素とリンの総量を試算すると、本施設で除去された窒素の 8.6~13.9%、リンの 1.4~3.8% に相当し、これら水生動物も植生浄化水路の栄養塩除去に寄与していることを明らかにした(林ら、2011)。

尾崎ら(2009)は、八郎湖における水生植物群落の調査とその水質浄化機能を調査・解析し、八郎湖の水生植物群落は著しく貧弱で、石積み護岸内にはヨシさえ生育していないところも多く、特に、沈水植物群落は野村港内以外では殆ど生育していないことを明らかにした。一方、周辺池沼に生育しているセンニンモ、ホザキノフサモ、ハゴロモモなどの沈水植物には、付着性のシダ、マルミジンコ、シカクミジンコが高密度に生育し、健全な水

界生態系を維持する上で極めて重要な役割を果たしていることが示唆された(図 1)。

八郎湖および周辺水路等に生育している水生植物(センニンモ、ヒロハノエビモ、ホザキノフサモなど)の水質浄化機能を把握するため、秋田県立大学圃場に設置した6個の角型水槽(158×110×59cm、水の保持量約1t)を用い、人工汚濁水(窒素濃度6mg/L、リン濃度0.5mg/L)を45L/日供給して、各水生植物の栽培

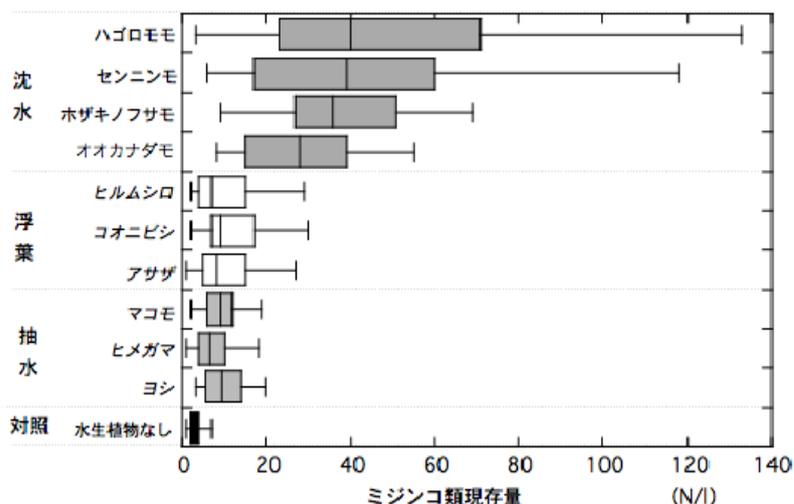


図 1 水生植物種によるミジンコ現存量の比較

管理が窒素、リン浄化機能に与える影響を調査・解析した。その結果、平均窒素除去速度は、センニンモ水槽では0.12 g/m²/日、ヒロハノエビモ水槽では0.11 g/m²/日で、マコモやヨシを植栽した水槽より窒素除去速度はや

表 3 各水生植物の可溶性窒素、リン除去速度の比較

水生植物種	流出水の平均窒素濃度	平均窒素除去速度	流出水の平均リン濃度	平均リン除去速度
	(mg/L)	(g/m ² /日)	(mg/L)	(g/m ² /日)
ヒロハノエビモ	1.53	0.11	0.05	0.007
センニンモ	1.28	0.12	0.03	0.008
ホザキノフサモ	1.33	0.13	0.02	0.008
マコモ	0.69	0.14	0.02	0.008
ヨシ	0.73	0.14	0.02	0.008
無植栽	1.84	0.11	0.03	0.008

※窒素の平均負荷量0.15g/m²/日、リンの平均負荷量0.009g/m²/日

や低くなった(表 3)。2008 年度は、水生植物が水面をほぼ覆った時点で、生育量の約半分を収穫し、収穫法が水生植物のバイオマス生産量や窒素、リンの浄化機能に与える影響を調査・解析した。調査期間中のヒロハノエビモの全乾物収穫量は、水深の半分の高さで刈った水槽では320g、植栽面積の半分のヒロハノエビモを下部約5cm残して刈った水槽では313gとなり、刈り取りなし水槽の201gより1.6倍に増加したが、刈り取り方法を変えても、窒素除去速度はあまり変わらず、期待した程の浄化機能の向上は認められなかった。

上記試験結果より、水生植物の窒素、リンの吸収能は、抽水植物や陸生植物ほど高くないが、水生植物が繁茂する水草帯は、①栄養塩類の吸収による湖水の水質改善の他、②底泥の巻上げ防止による透明度の向上、③動・植物プランクトンや魚類相など水界生態系の多様性の維持・向上および④アレロパシー物質産生による有毒アオコ等植物プランクトンの増殖抑制などの機能を有しており、健全な湖沼生態系を維持する上で極めて重要な役割を果たしている。このため、八郎湖においても以前八郎湖に生育していた水草の埋土種子等を用いた水生植物の発芽・再生法を確立し、水質改善を図る必要がある。

また、尾崎(2010)は、八郎湖等閉鎖性水域の水質改善には、湖内の自然浄化機能の回復・強化などの湖内対策と同時に、流域からの流出負荷低減対策を推進し、長期的には湖沼ごとに窒素、リン等栄養塩類の収支バランスが合うよう管理する必要があると指摘している。高度成長期以前の八郎湖では、魚や水草は食料や肥料等として利用

されることにより、八郎湖から窒素、リンを大量に持ち出していたが(近藤、2010)、近年、持ち出し量が大幅に減少しているため、八郎湖の魚類相の適正管理と漁獲量の増大等による窒素、リンの持ち出し量の増大を図ることが大切である。

干拓後40年以上の年月を経て、徐々に水質汚濁が進んできた八郎湖を、多様な水生生物が生息する健全な湖に再生させるためには、産・官・学・地域住民の協働・連携による、長期的な視点に基づく「八郎湖流域の地域特性に合った物質循環システムの再構築」と「地域社会の持続可能な再生と活性化」(佐藤了、2010)が、今、求められている。

参 考 文 献

- ・ 潟船保存会(2006)『潟の原風景の復元 ー自然との共生をめざしてー』、2005年度活動報告書、pp.23、潟船保存会「八郎太郎プロジェクト」事務局三浦新七(2006.3.24)
- ・ 神尾彪(1989)「ヨシ植生による環境(水・土壌)浄化と底泥の脱水・固化に関する研究」『科研・一般研究(C)、1988～1989年度』
- ・ 佐藤敦、高橋正、佐藤孝(2001)「浮き水耕ベッドによる八郎潟残存湖の水質浄化」、庄子貞雄監修『秋田県大潟村で実践する新しい水田農法』、209～218、新しい水田農法編集委員会(2001)
- ・ 佐藤敦(2002)「植物の水質浄化特性に及ぼす気象条件の影響解明」、『有用植物の水質浄化特性の解明による資源循環型水質浄化システムの開発に関する研究』、研究成果 385、21～29、農林水産技術会議事務局
- ・ 佐藤敦(2005.3)「有用植物による八郎潟残存湖の水質浄化に関する実証的研究」、平成16年度閉鎖性水域水質保全手法確立調査報告書(東北農政局 委託研究)、平成17年3月20日
- ・ 秋田県八郎湖環境対策室(2008)「平成20年度方上地区自然浄化試験結果」、p.1～14、八郎湖環境対策室、平成21年8月28日など
- ・ 林紀男、尾崎保夫、酒井不二彦(2011)「水生植物植栽浄化施設における水生動物の浄化に果たす役割」、日本水処理生物学会誌、47(3)、p.119～129
- ・ 尾崎保夫ら(2009)「八郎湖における水生植物群落の水質浄化機構の解析とその機能強化に関する研究」『科学研究費補助金研究成果報告書・基盤研究(B)』、p.1～6、平成21年6月
- ・ 尾崎保夫(2010)「湖沼の水質改善と水資源の循環利用をめざして(巻頭言)」、月刊浄化槽、2010-12、p.2
- ・ 近藤正(2010)「八郎湖の水文・水環境特性の変遷と課題」、水環境学会誌、33(9)、p.292～298
- ・ 佐藤了(2010)「八郎湖流域再生の展望(巻頭言)」、水環境学会誌、33(9)、p.281