

N-11 校内浄化槽膜分離水を原水とした小川ビオトープによる 処理水の循環利用と豊かな生態系の保全

群馬高専・専攻科環境工学専攻 ○田中 祐介・安田 大介・青井 透

1.はじめに

今年の夏は6月から渇水が続き、空梅雨のままで暑い夏を迎えたが、渡良瀬川水系では草木ダム水位が低下し、10%の取水制限が実施された。しかしその後新潟地方に梅雨前線が停滞し、24時間降雨で400mmを超える豪雨に見舞われ、新潟水害が発生した。この影響を受けて、渡良瀬川上流部でも降雨があり、草木ダムの水位復元により取水制限は解除されたが、関東地方の水需要は切迫しており、常に渇水の危機にさらされていることは否定できず、上流域からの水の循環利用の促進が必要とされている。

生活排水は絶えない安定水源であるので、生活排水処理水を発生地点で高度に浄化し、上流域中小河川に放流して循環利用を促進することは、今後必要とされる技術である。このような手法を導入することで、失われた水辺空間を取り戻し、豊かな生態系を復元することが出来る。本高専の生活排水は、接触ばっ気型の合併処理浄化槽で浄化放流されているが、循環利用促進の実験とし

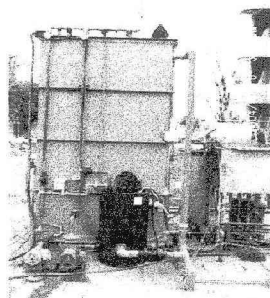


写真2 浄化槽処理水膜分離装置外観

て、本研究室ではこの処理水を水源とし、全長70mほどの小川ビオトープを設置して、水辺環境の創成と生態系の定着を進めてきた¹⁾(写真1)。しかし、従来は小川ビオトープの原水として、消毒前の浄化槽処理水を用いていたため、処理水には濁度成分が含まれ、濁度成分のSSが川底に沈積して腐泥となる問題があり、修景用水としては利用できるが、親水用水としての利用は困難であった。

そこで昨年の秋に、浄化槽処理水のSSと大腸菌群等の除去を目的として、MF膜による膜分離処理を導入し、小川ビオトープの流入水を全面的に膜処理水に切り替えた。本報告ではまず、膜分離処理水の大腸菌群を定期的に測定することで、衛生的な安全性を確認し、生態系復元で問題となる底泥の新しい除去法(浚渫底泥を、上流部の漏水防止の材料として再利用する)を開発したので、以下に報告する。

2.合併浄化槽処理水の膜分離処理概要

本校の浄化槽処理水膜分離装置の外観を写真2に、浄化槽と小川ビオトープシステムのフローシートを図1に示した。膜分離装置の仕様を表1に示す。

膜分離装置は容量2.6m³の水槽内に設置され、処理水は精密ろ過膜(中空糸MF膜:孔径0.4μm,膜面積84m²,処理能力20m³/日)によって吸引ろ過されている。運転サイクルは9分吸引ろ過1分停止の10分サイクルの間欠運転を行っている。既設浄化槽では、原水を調整槽に貯留した後、接触ばっ気を行っているが、塩素消毒前の処理水を水中ポンプで汲上げ、膜分離装置へ送り、膜処理水は小川ビオトープ下池へと送られる。

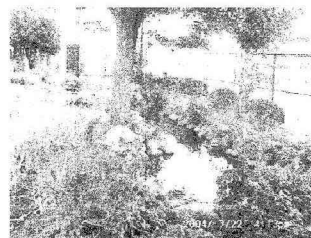


写真1 小川ビオトープ中池

表1 浄化槽処理水膜分離装置仕様一覧表

名称	項目	膜モジュール
膜性状	運転期間	平成15年9月～
	膜形式	浸漬型中空糸MF膜
	膜材質	ポリエチレン製
	公称孔径	0.4μm
	膜面積	86m ²
	形状	縦型
	処理水量	20m ³ /day
	透過フラックス	0.3m/d
	ろ過方式	9分ろ過、1分停止(間欠)
	回収率	97.5%

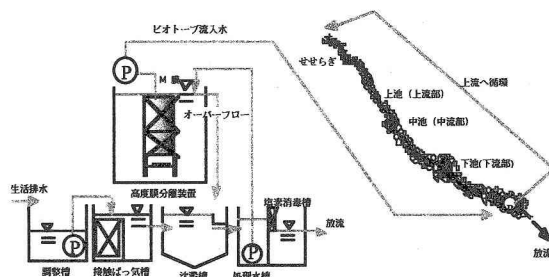


図1 合併浄化槽システムと小川ビオトープのフローシート

3.小川ピオトープの構成と現況

小川ピオトープは本校内の南東部に位置し、上流部のせせらぎから下流まで上池、中池、下池の3つの池からなるおよそ70mの小川である。小川ピオトープの下池へ流入した膜処理水は、循環ポンプで上流部まで送水され、せせらぎ水路及び、池、小川を経由して戻ってくる循環を繰り返している。オーバーフロー水は放流口へ流出する。水源の膜処理水中には植物プランクトンにとって貴重な栄養源である窒素、リン、カリが豊富に含まれているので、水生動植物が生息してゆくには非常に安定した水源で、生態系を築きやすい。このピオトープには、黒メダカ、ザリガニ、クチボソ、トンボ、ウシガエルなどが、水辺にはミント、アサザといった植物が生息し、カモが水遊びをしに來たり、夏には本研究室で育成したホタルが飛び交うなど懐かしい光景が広がっている。

小川ピオトープの川底には、膜処理水導入以前の濁度成分が底泥として蓄積しており、この泥を除去する必要がある。更に、下流部はシート防水による漏水防止対策がなされているが、上流部は、ペントナイト止水工以外には漏水対策がなされていないため、上流部の漏水が目立ち、小川の水量が減少してしまうといった問題があった。小川ピオトープの水質には窒素、リンが含まれているため、地下水汚染を防ぐために漏水を早急に改善する必要があるため、川底に蓄積した底泥を吸引除去し、地盤中に圧入する工法を開発し、漏水対策を行った。H16年7月、8月の小川ピオトープ流入水質の平均値を表-2に示した。合併浄化槽は常時ばっ気の方法であるため、NOx-Nが高いことが問題である。

4.大腸菌群・大腸菌の測定方法と結果

膜分処理水中には大腸菌が存在しないと予測されるので、大腸菌が存在しないことを確認するため、大腸菌群測定を行った。大腸菌群測定方法としては、デスオキシコール酸塩培地法が一般的であるが、この方法は手間と時間がかかり、操作に熟練を要する(温度管理が重要)ので、簡便で精度の高い特定酵素基質培地法(以下、特定酵素法と省略)を大腸菌測定に利用することを検討した。

特定酵素法とは、厚生省令に定める大腸菌群にかかわる検査方法として、上水試験方法に平成4年から新たに加えられた新しい測定方法であり、大腸菌(群)が増殖する際に、必要とする特定の酵素(特定酵素)を含んだ培地を用いて $36\pm1^{\circ}\text{C}$ 、24時間培養することで、試料水中の菌の成長を促進させて判定する方法である。本試験では、エルメックス社のアクアテストを使用した²⁾。

試料水中に大腸菌群が存在すれば、試料の色が青～青緑色を呈し、大腸菌が存在する場合は、試料に紫外線(専用紫外線ランプ(366nm))をあてると蛍光を発するので、どちらも呈色反応を確認するだけで簡単に定性試験が行える。本法は、試験方法も判定方法も非常に簡便であるため、熟練を必要とせず、誰でも簡単に迅速に行える優れた試験方法である。

4.1大腸菌群試験結果 特定酵素法を用いて膜処理水中の大腸菌(群)を定期的に調査した。今年の4月～7月までの測定結果を表-3に示す。表から、大腸菌除去率は100%だが、

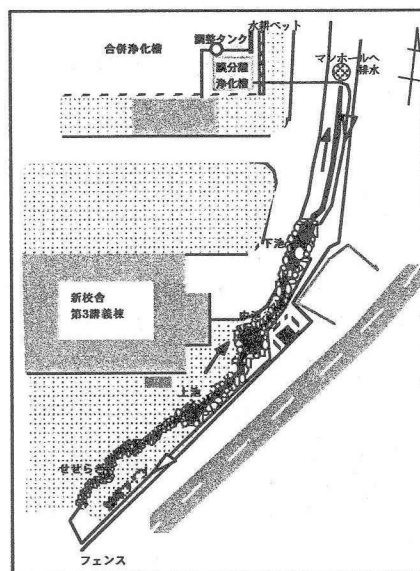


図2 小川ピオトープの全体配置図

表-2 夏季の小川ピオトープ水質の一例

単位	検体数	Tw	EC	pH	Cl-	NH4-N	NO2-N	Nox-N	PO4-P
	個	℃	ms/m		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
7月平均	4	27.3	49.5	7.34	35	0.62	0.035	29.7	2.87
8月平均	4	26.2	44.5	8.07	24	0.23	0.007	18.3	2.19



写真3 特定酵素法24時間培養後写真(右は蛍光発色)

表-3 浄化槽膜処理水の大腸菌群・大腸菌定期検査結果

	4月7日	4月8日	4月9日	4月10日	4月11日	4月12日	4月13日	4月14日	4月22日
大腸菌群		x							
大腸菌	x	x	x	x	x	x	x	x	x
大腸菌群	4月26日	5月5日	5月6日	5月8日	5月10日	5月11日	5月12日	5月19日	5月20日
大腸菌	x	x	x	x	x	x	x	x	x
大腸菌群	5月25日	5月26日	5月27日	6月1日	6月2日	6月5日	6月9日	6月10日	6月11日
大腸菌	x	x	x	x	x	x	x	x	x
大腸菌群	6月16日	6月17日	6月17日	6月22日	7月1日	7月5日	7月12日	7月13日	7月16日
大腸菌	x	x	x	x	x	x	x	x	x
大腸菌群	7月17日	7月18日	7月19日	7月20日	7月21日	7月22日	7月23日	7月24日	7月25日
大腸菌									

※・・・陽性 x・・・陰性

大腸菌群は頻繁に検出されていた。原因としては、膜分離装置の長期運転による膜透過水側の汚染や、膜の流量を上げた時の微生物剥離が考えられる。膜の塩素消毒(次亜塩洗浄)を半年実施していなかった等から、大腸菌群は多々検出されたが、大腸菌は処理水中から全く検出されないことが確認できたので、衛生的には親水レベルの水を得られる。また、定期調査を行うことにより、肉眼では確認できない衛生面のモニターが可能となった。

5. 小川ピオトープの新しい底泥排除方法と漏水対策法の開発

3.で述べたように、小川ピオトープの漏水問題は早急に改善する必要があったので、まず池底の泥のみを排除できる装置の開発を行った(写真4-左)。本底泥排除装置は、タンク内に水中ポンプを設置し、タンク中を密閉することで吸引と排出を連続的に行える装置である。作業は単純で、掃除機の要領で池底の泥を吸い込んで貯留槽へ送る(写真4-右)。底泥貯留槽に溜まった底泥は、自吸式カスケードポンプにより圧入管へ送られるようになっている。漏水している可能性のある地盤に振動ドリルで穴を開け、圧入管で地盤に注入する(図2)。作業は単純だが、漏水している箇所を地表から特定するのが困難で、なかなか効果が得られなかったが、現在では漏水が大幅に減少しつつある。

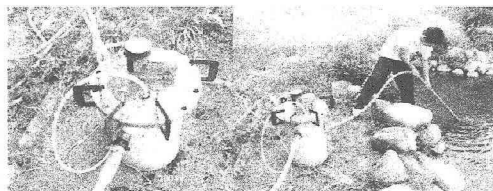


写真4 床泥排除装置と作業の様子

6. まとめ

浄化槽処理水へのMF膜分離装置導入の結果、大腸菌を含まない衛生的な水を得ることができ、親水利

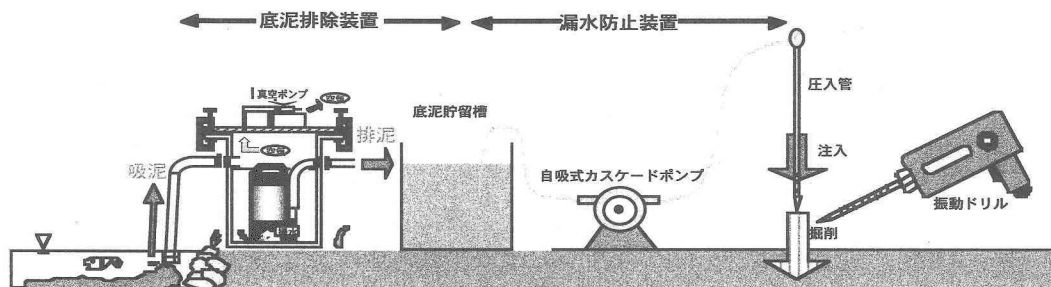


図2 底泥排除と漏水対策フローシート

用が可能となった。石積みの小川ピオトープでは、ザリガニや黒メダカが生息し、昔の"春の小川"のなごやかな空間が実現できた。また自然に堆積する川底の底泥については、新しい底泥除去装置を開発し、底泥のみを吸引除去することが可能となった。さらに回収した底泥を、上流部の漏水防止に再利用する循環型のシステムも完成したので、人工的な水路の長期維持管理に向けた、基本的な技術開発は達成したと考えている。

親水用水としての水質改善として、衛生的側面はクリアしたが、次に窒素濃度の低減に向けて浄化槽処理工程の改良が必要である。また上流せせらぎ部でのホタル定着を試みているが、まずカワニナ・タニシ等の貝類の定着から進める予定である。

謝辞

合併処理浄化槽に設置した膜分離装置は、前沢工業殿に納入いただいた。担当の手金殿に厚くお礼申し上げる。

参考文献

- 1) 住谷敏太、田中祐介、安田大介、青井 透(2004)膜分離活性汚泥法及び植物栽培池システム処理水と放流先河川のN,P濃度周年比較、第41回下水道研究発表会講演集、pp585-587
- 2) 田中祐介、青井透(2004)X-GAL特定酵素基質培地法による高専浄化槽膜分離処理水の大腸菌群定期調査、第41回下水道研究発表会講演集、pp1173-1175