

ペットボトルキャップを用いた上向流浄化の効果について

京都学園大学 バイオ環境学部
学生会員 ○戸阪 優美
正会員 石本 弘治

1. はじめに

周年栽培をおこなう集約型園芸においては、点滴灌水チューブによる節水型灌漑が一般的に行われるようになってきた。さらに、灌水流量を古典的な点滴灌水チューブ方式の1/10程度まで節水できる新技術の開発も行われている⁽¹⁾。

しかし、いずれの場合も水資源の量的な側面のみならず、灌漑用水の水質の悪化による送水チューブの目詰まり対策が重要となってきた。特にため池等を水源とする場合においては、細粒土や珪藻、藍藻などの藻類の細かなゴミである浮遊物質(SS)を除去する必要がある。これらを除去する方法としては、ストレーナ方式や、砂ろ過方法などがあるが、価格面や取扱い性から必ずしも有効な方法ではない。

また、飲料水などに用いられているペットボトル本体はPET(ポリエチレンテレフタレート)であるが、キャップはPP(ポリプロピレン)やPE(ポリエチレン)が使われており、材質ごとに分別され再生されている。キャップは、おもにクリーニングハンガーやパレットなどのプラスチック製品に再生されている。しかし、このようなリサイクルにおいては、少量であることもあり再生するためには莫大な費用がかかり、エネルギーも必要である。

そこで、上向流浄化装置のろ過材として、ペットボトルキャップをそのままの形で再利用することにより、安価で取扱いの容易な点滴灌水用浄化装置ができないか検討を試みた。

2. 実験

①実験装置

ペットボトルキャップによるろ過効果を確認するために、図1の実験装置により行った。ろ過カラムは、内径150mmの透明塩化ビニル製であり、長さ500mmカラムと1,000mmカラムから構成されている。最下端に設定した注水バルブからポンプにて送水し、ろ過材(ペットボトルキャップ)を通過させ最上部の排水バルブから流出させた。

ろ過材の充填については、ろ過カラムの1/2相当の750mmとなるよう990個(0.075個/cm³)のペットボトルキャップを充填した。

②実験方法

SSの濃度を一定にするためと再利用を考慮して、バージンバルブ材を水道水に溶解させて、SS濃度100mg/lとなるよう実験水を作成した。

実験水は、貯水槽に設置した水中ポンプ(工進社製:KS-20-AAA-0)を用いて、ろ過カラムにろ過速度3m/hrから20m/hrまで変動させて注水した。SS捕集効果および剥離効果については、岡本らの既往の研究を参考にした⁽²⁾。ろ過前後の水のSS濃度を測定し除去率を求めた。

8時間経過またはカラム内水圧が許容耐圧力0.05MPaとなった時点で送水を停止し、下部送気バルブからエアークンプレッサー(日立製:20P-5S)にて送気させたのち、汚濁物質を剥離させ浄化水を利用して洗浄した。また、ろ過材充填部の長さを25cmずつ短く変化させ、ろ過材充填長さの違いによるろ過効果を調べた。

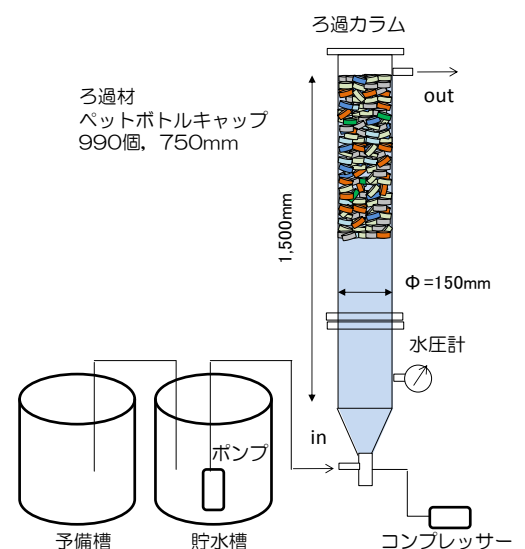


図1 実験装置の概要

キーワード ペットボトルキャップ, 上向流浄化, 点滴灌水, 水質浄化

連絡先 〒621-8555 京都府亀岡市曾我部町南条大谷 1-1 京都学園大学バイオ環境学部 TeL077-29-3467

3. 実験結果と考察

①ろ過速度と SS 濃度の関係

図2にろ過速度別に経過時間とSS除去率の関係を示した。ろ過速度が速くなるほどSSの除去率は低下するが、いずれの場合も一度低下した後、回復することが分かる。ろ過速度が遅いほど短時間で回復し、ろ過速度が15 m/hr以上では回復時間が3時間以上必要であることが分かる。

時間経過とともに回復するのは、汚濁物質が写真1に示したように、ろ過材下部およびろ過材間においてろ過膜が形成されることにより除去効果が高まると考えられる。ろ過速度が遅いほど、ろ過材の間隙を通過しにくいためろ過膜が形成されやすいと考えられる。また、20 m/hrのろ過速度においては、ろ過効果は回復するが300分経過後からカラム内水圧が上昇し始め、実験終了予定時間の480分後には0.05 MPaに達した。

なお、3 m/hrの除去率が高いのは、ろ過材による汚濁物質の除去ではなく、ろ過速度が遅いため汚濁物質がろ過材充填部に接触する前に沈降したためである。

②ろ過充填長さの違いによる除去効果

つぎに、ろ過速度を12.5 m/hrに固定し、ろ過材充填長さを変化させた場合の結果を図3に示した。ろ過材充填部が短くなるほど、除去効果は悪くなる。ろ過膜の形成も認められたが、ろ過材充填長さに比例してろ過膜の厚さの形成は薄くなる。薄いろ過膜は、カラム内水圧の上昇により破壊されるが、時間経過とともに再度ろ過膜が形成される。この繰り返しにより、除去率はある一定の値を維持した。

③ろ過材の洗浄

実験終了後、ろ過材充填部の状況を確認した。ペットボトルキャップ間に加え、その凹面に微細な汚濁物質が捕集されている様子が確認された。カラム下部から10分間エアークンプレッサーにて送気し、カラム内に上下流を発生させた。この上下流により、ろ過材はカラム内で上下・回転し、付着した汚濁物質は容易に剥離した。カラム下部に沈殿させ、汚濁物質を回収しその質量を測った。送水した全汚濁物質質量と処理水中の残留物質質量(SS)との差から算出されるろ過材の捕集汚濁物質質量に対して98%の付着物質が洗浄された。

4. 今後の予定

今回の実験では、一定のSS濃度の実験水の作成と再利用のため、バージンパルプを汚濁物質と見立てた。繊維が比較的長いため、ろ過材間に汚濁物質が留まり易かったことから除去率は良かったものと考えられる。ペットボトルキャップが上向流浄化材のろ過材として使える可能性があることが分かった。今後、研究の目的であるため池における藻類等の除去効果の確認を行い、最適ろ過速度やろ過材厚さ、洗浄間隔等を把握する予定である。

<参考文献>

- (1) 井上久雄 水質悪化未利用ため池用水の浄化法の開発、拍動灌水がきり拓く新しい灌水施肥技術、拍動自動灌水装置を機軸とする資源利用型低コスト園芸技術の開発報告書, pp. 23-34, 2006
- (2) 岡本和宣他 製紙排水を主とした河川水への上向流ろ過施設の適用性検討, 用水と排水, pp437-442, 47, 5, 2005

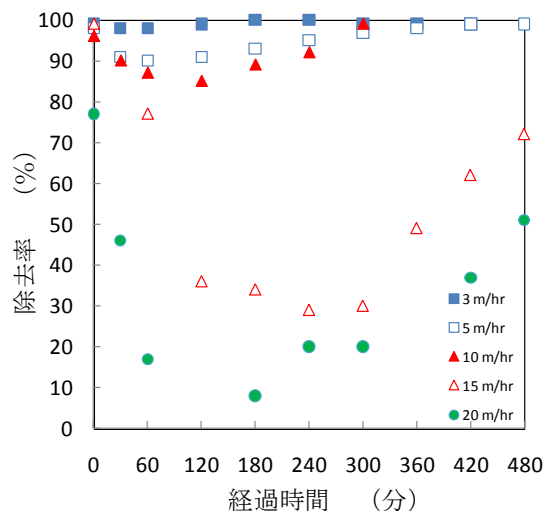


図2 経過時間と除去率の関係

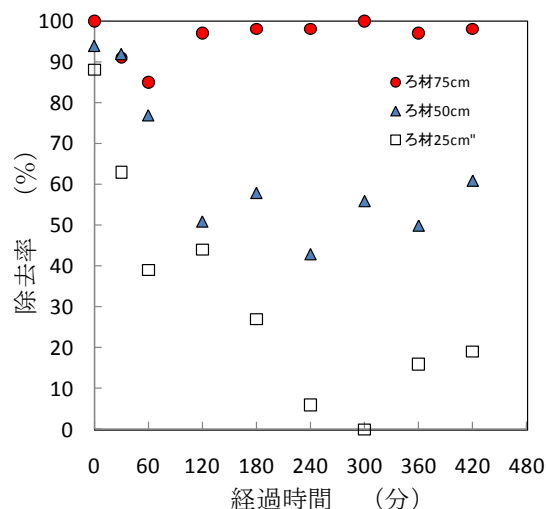


図3 ろ過材長と除去率の関係

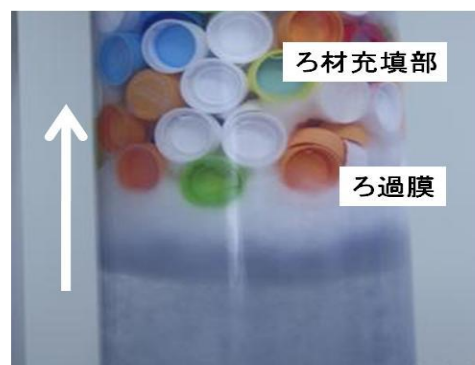


写真1 ろ過膜の形成状態