

発泡プラスチックろ材による代かき濁水の浄化試験

小森 信明・徳田 裕二・岡本 佐知子・大橋 恭一

Purification of Eutrophicated Water Flowed Out from Puddled Paddy Fields by Filter media of Foaming Polypropylene

Nobuaki KOMORI, Yuji TOKUDA, Sachiko OKAMOTO and Kyoichi OHASHI

1. 緒 言

本県は近畿の飲料水源等に利用されている琵琶湖を抱え、その水質保全が最重要課題となっている。従来、農業系では、施肥方法や水管理の改善対策を図ってきたが、工業系や生活系からの負荷削減対策が進むなか、農業系からの負荷削減が一層求められている。特に、代かき・移植時期には、水田から濁水が流出し、河川や琵琶湖等の汚濁負荷が問題となっている。これら負荷の軽減には、これまで二段式暗渠¹⁾や不織布を用いたろ過法²⁾、液化木炭³⁾による浄化法や、凝集沈殿剤等による濁水沈降法⁴⁾等、種々の手法が検討されてきたが、普及には至っていない。

そこで、工場等の排水ろ過処理に使用されている発泡プラスチック^{5) 6)}をろ材として充填したろ過装置を一筆排水口に設置し、代かき時に発生する濁水の浄化効果を検討した。

2. 材料および方法

2. 1 供試ほ場

滋賀県農業試験場内144号田 (800㎡)

: 中粗粒グライ土, 上兵庫統

2. 2 作業概要

1998年4月27日に耕耘後、平均水深30mmまで入水し、翌日代かきを行った。落水は4月30日に開始した。

排水量は一筆排水口に設けた直角三角せきにより測定した (図1)。また、その排水をろ過装置に導水し、

浄化効果を検討した。

2. 3 ろ過装置

2. 3. 1 ろ過装置本体

ろ過装置本体 (口径600mm, 高さ2,000mm) を、地中に埋設したヒューム管 (口径1,200mm, 高さ2,430mm) 内に設置した (図2)。

2. 3. 2 ろ材の物性

材質: 発泡ポリプロピレン (ダイワ工業(株)製)

粒径: 3~5mm (水みち防止と乱流生成のため不定形とする)

2. 3. 3 ろ過方式

浮遊性のろ材を使用するため、上向流式 (排水を田面水位から鉛直方向に降下させ、水頭差によってろ層内を鉛直上方向に通過させる。図2参照) で行った。

2. 3. 4 ろ材充填層

多度津ら⁷⁾が1993年に行った室内実験によると、断面積0.0018㎡のろ過塔にろ材を0.415m厚に充填 (7.47×10^{-4} ㎡) し、濁水 (SS濃度500mg/ℓ) をろ過速度0.5~2.0ℓ/minで24時間通水した結果、約50%のSS除去率を得ている。

今回使用する装置は現地での実績がないため、充填層の設定は、室内装置の充填層から逆算した。現地ほ場における移植前落水を50ℓ/min (ろ過速度10.61m/hr) と想定すると、室内実験の100倍の流量となり、充填層も同じく100倍以上必要になると考えられる。従って、本装置 (断面積0.2827㎡) では0.264mの充填層が必要となるが、安全性を考慮して、約2倍の0.5mの充填層とした (図2)。

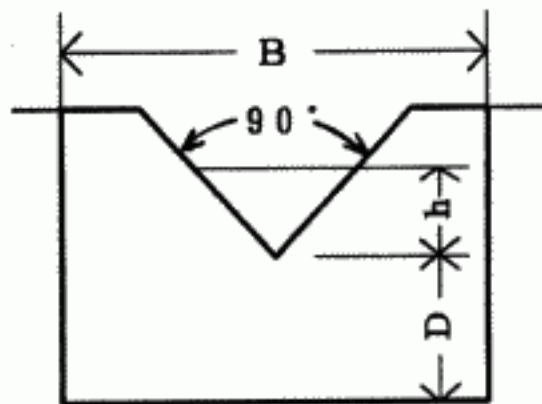
2. 3. 5 ろ過速度

浄化槽等の付加装置として使用されている砂ろ過装置でのろ過速度は5～6.25m/hrを標準としている⁹⁾。処理水やろ材の違いがあるため、安全性を考慮して5m/hr以下での通水とするが、現地ほ場では、落水量や排水濃度が一定とはならないため、落水量を最大約20ℓ/min（ろ過速度4.24m/hr）とした。

従って、式1より、せき越流深約36mmを保持できるように、直角三角せき手前のせき板で流量調整しながら落水を行った。

$$Q = C h^{5/2}$$

$$C = 1.354 + \frac{0.004}{h} + \left[0.14 + \frac{0.2}{\sqrt{D}} \right] \left[\frac{h}{B} - 0.09 \right]^2 \quad \cdots \text{式1}$$



Q：越流量(m³/s)，C：流量係数，h：越流水深(m)

D：水路底からせきのエッジまでの高さ(m)

B：せきの幅(m)

図1 直角三角せきによる流量測定⁹⁾ (JIS K0094)

2. 4 採水方法

採水場所…ろ過装置（図2）への流入前，流入後の2ヶ所。

2. 5 採水時期

田面水のSS濃度が200mg/ℓ程度（透視度2.5cm程度）の時点から開始し，2時間後までは30分毎，以降6時間後まで1時間毎に採水した。

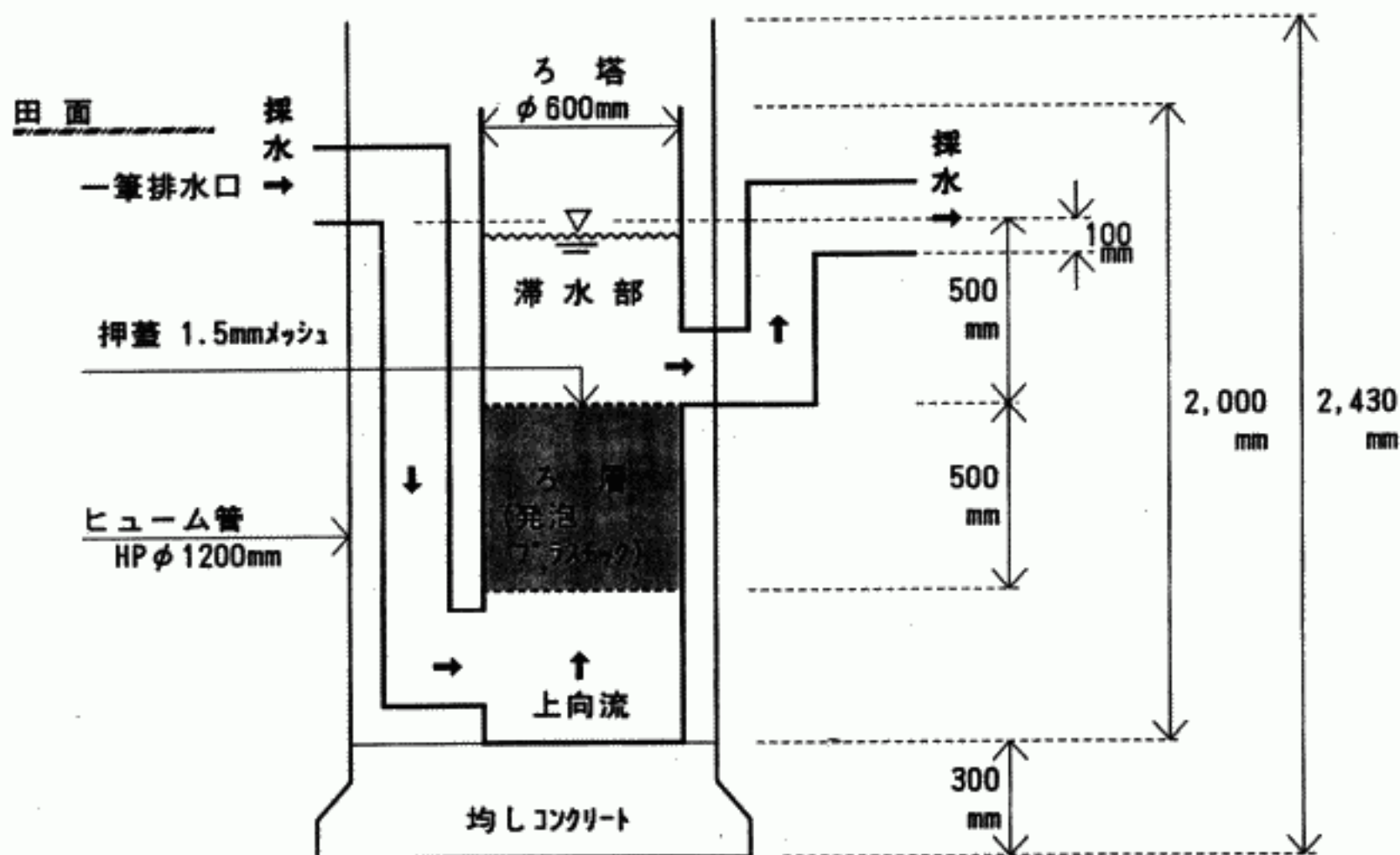
流入後の採水はろ塔通過にかかる時間差を考慮して，流入前の採水の23分後に行った。

2. 6 分析項目

- 1) 透視度：50cm透視度計
- 2) 懸濁物質（SS）：ガラス繊維ろ紙（1μm）による捕集量測定
- 3) 化学的酸素要求量（COD）：100℃過マンガン酸カリウム法
- 4) 全リン（T-P）：ペルオキシ二硫酸カリウム分解－モリブデン青・アスコルビン酸法

2. 7 負荷量の計算

2. 6 2)～4)の各測定濃度に，直角三角せきによって求めた水量を掛け合わせることで負荷量を求めた。



本体：φ600mm（取付管部φ200mm） 材質：ステンレス(SUS304)

図2 ろ過装置の設計諸元および構造

3. 結果および考察

3.1 予備試験 (1997年)

粒径5～10mmのろ材を用い、濁水のSS初期濃度が1,000mg/ℓ以上、ろ過速度12～19ℓ/minという条件下で、18時間の通水予備試験を行った。

透視度-SSの相関は図3のとおりとなり、本結果から1998年の試験における田面水採水時期のSS初期濃度に設定した。

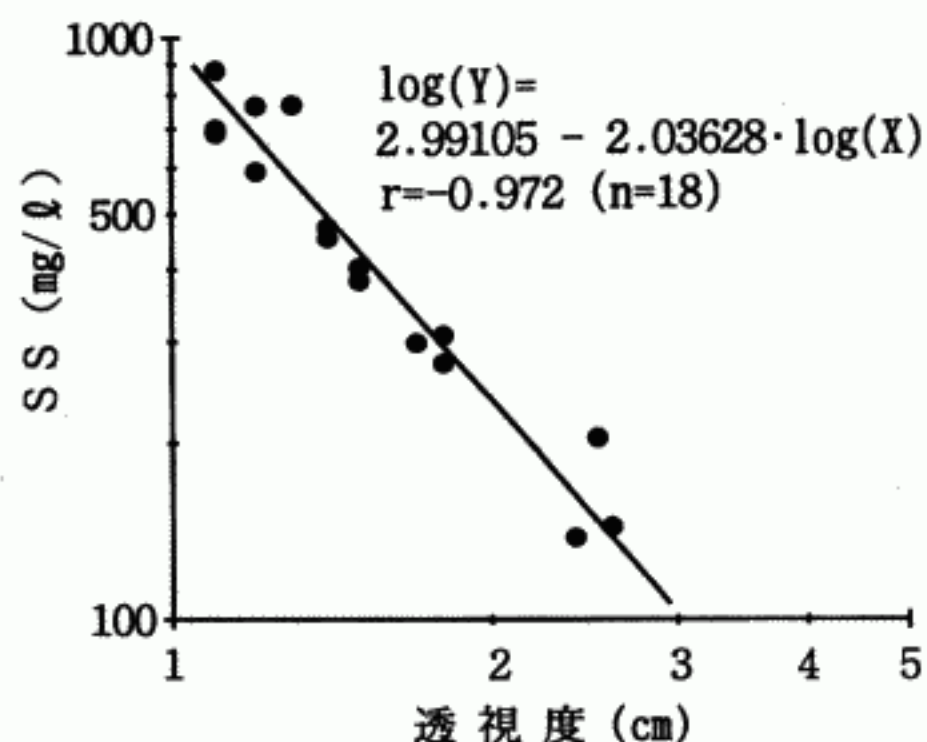


図3 SSと透視度との関係 (1997年)

試験開始から4時間後までのSS負荷削減率は13.1%, 7時間後までのT-P負荷削減率は10.2%と浄化効果は認められたものの、試験終了時の18時間後までの総削減率は、各々4.1%, 6.7%と低い値であった。総排水量は22.4m³/10a/18hr (田面水位の約2.8cm相当量)であった。この試験では、濁水のSS初期濃度が高すぎたことと、ろ材の粒径が大きかったことにより、ろ材の捕集能力が十分に発揮できず、浄化効果はほとんど認められなかった。また、ろ材使用後の回収を容易にするため、ろ材をカゴに詰めた状態でろ層を形成したことにより、ろ材の浮遊を妨げたことと、ろ塔との隙間から原水が漏水したことも原因の一つと考えられる。

3.2 本試験 (1998年)

SSの捕集能力を高めるため、3～5mmの小粒径ろ材を使用した。また、カゴ側面からの漏水対策として、前年使用したろ層カゴを撤去し、ろ材を直接ろ塔に投入した。また、試験開始時のSS濃度は前述のとおり200mg/ℓ程度とした。

ろ過速度は15.474～19.302ℓ/min (3.28～4.10m/hr) とほぼ一定で、総排水量は7.6m³/10a/6hr (田面水位の約1cm相当量)であった。

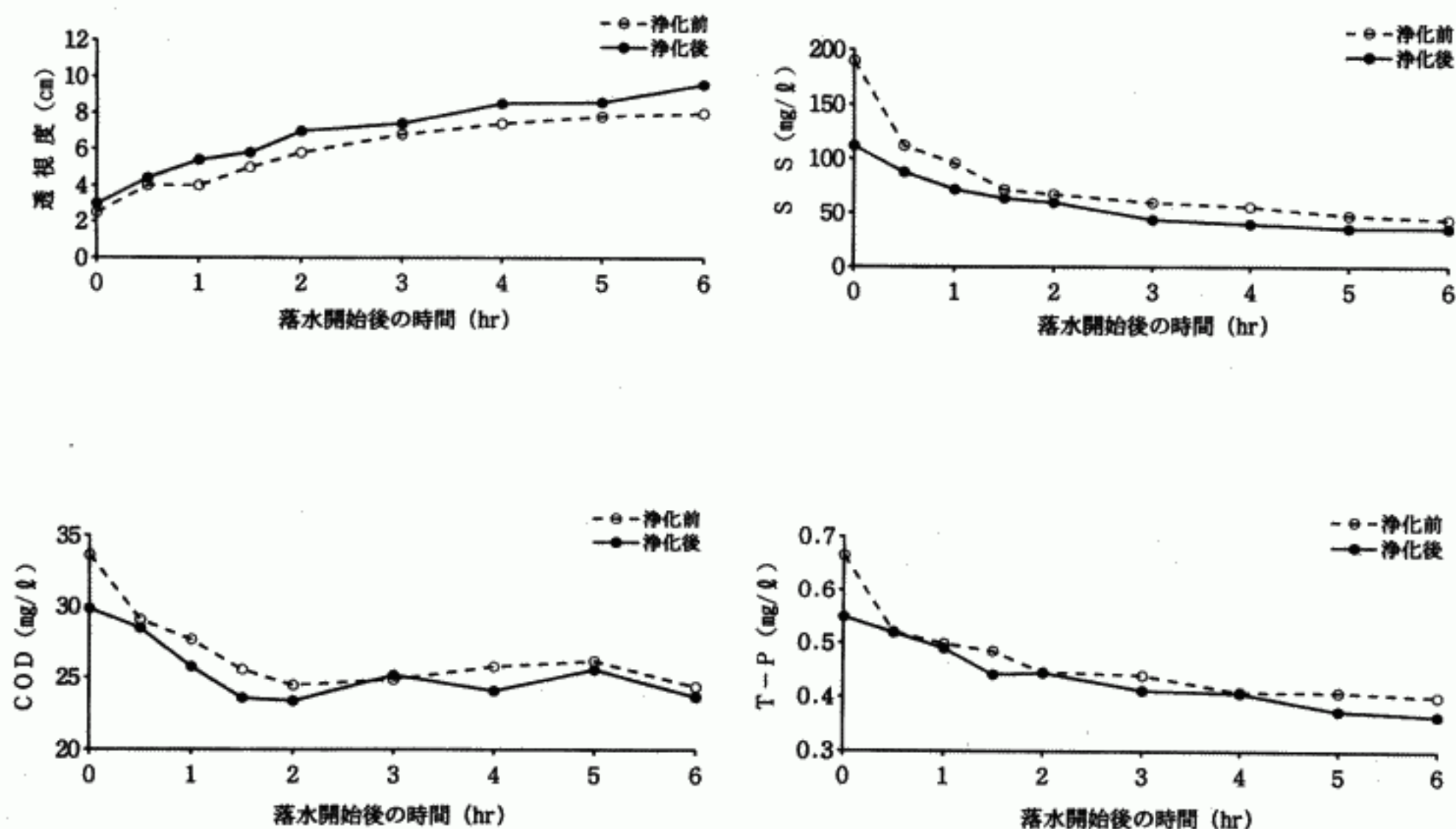


図4 浄化前後の透視度, SS, COD, T-P濃度の推移 (1998年)

1) 透視度

浄化前は2.5~8.0cmで、浄化後は3.0~9.6cmとなり、わずかに浄化効果が認められた(図4)。

2) 懸濁物質(SS)

負荷削減率は、試験開始直後には33.8%と高く、試験終了時においても23.3%であり、ろ材による浄化効果が認められた。ただし、6時間で約10mmの落水であり、それ以降の浄化能力は濃度推移を見る限り期待できないと考えられる(表1, 図4)。また、試験終了後のろ材の撤去時に、ろ塔底部に沈降したSSはほとんど確認されなかった。

3) 化学的酸素要求量(COD)

濃度は、ろ過装置通過後で低下したが、負荷削減率は試験終了時に3.9%と低かった(表1, 図4)。

4) 全りん(T-P)

濃度はCODと同様に、ろ過装置通過後で低下したが、負荷削減率は、試験開始時には9.1%、試験終了時には5.0%と顕著な効果は見られなかった(表1, 図4)。

表1 流入負荷量に対する削減効果

分析項目	SS	COD	T-P
負荷削減量(g/10a)	118.6	7.6	0.2
負荷削減率(%)	23.3	3.9	5.0

注1) 負荷削減量=ろ過装置流入前負荷量
-ろ過装置流入後負荷量

注2) 測定時間: 6時間

3. 3 まとめ

以上の結果、発泡プラスチックをろ材として充填したろ過装置によって、透視度2.5cmの代かき時濁水を浄化すると、2割程度のSS負荷削減効果が得られたが、CODおよびT-Pの削減効果は小さかった。

なお、今回試みた浄化方式は、発泡プラスチックろ材を利用した単純なものであるが、一筆排水口における濁水浄化対策は各農家単位での対応となり、以下の問題が考えられる。

①ここで使用したろ過装置は、図2に示すとおり大がかりなものであり、設置場所の確保、設置工事(掘削、装置搬入、設置)が必要となる。また、2mを越える掘削孔に設置されたヒューム管内とろ塔との間に隙間が生じるため、事故対策の必要性も生じる。従って、装置の縮小化、コスト面での改善が重要である。

②ろ材は使用後回収し、洗浄することで繰り返し使用できる⁷⁾とされているが、今回のように直接ろ塔に投入すると、回収が困難である。また、洗浄に用いた水にはろ材に吸着していたSSが含まれているため、ほ場に返送するなどの手段が必要で手間、労力がかかる。

③万一ろ材が流域に流出した場合、環境に与えるリスクが大きい。

従って、営農上のメリットを考慮すると、一筆排水口への設置実用化に向けての検討の余地は、なお大きいと思われる。

謝 辞

本試験は1997~1998年の2か年に渡って滋賀県農業試験場内試験田において実施した。試験方法およびろ材選定については、松井三郎氏(京都大学工学部教授)はじめ、平根健氏(ダイワ工業(株))、山下光男氏(同)、原康信氏(同)他の方々にご指導、ご協力を賜った。また、当該ほ場の管理作業等には野々村一郎氏(前環境部技師)、環境部土壤肥料係員のご協力を賜った。

ここに記して、これらの方々に対し深く感謝の意を表する。

引 用 文 献

- 1) 柴原藤善・長谷川清善・小林正幸: 2段式暗渠利用による水田排水の水質浄化, 滋賀農試研報33, 30~62, 1992
- 2) 日本バイリーン株式会社水環境事業開発部: 代掻き濁水処理(一筆単位)実験報告, 1997
- 3) 滋賀県農業試験場試験研究成績概要, 1990
- 4) 滋賀県農業試験場試験研究成績概要, 1991~1993
- 5) 平根健: 琵琶湖, 淀川浄化への道-高密度生物膜ろ過による水質改善-「資源環境対策」1997年3月号, 246~253
- 6) 松井三郎: 廃水中の非極性微量有害化学物質のコアレッシングろ過による除去, 平成5年度京都大学工学部研究成果報告書
- 7) 多度津大介: 農業排水中のSSとそれに付着するPの除去に関する研究, 平成5年度京都大学工学部
- 8) 財団法人環境整備教育センター: 浄化槽の維持管理
- 9) 日本規格協会 JIS ハンドブック 環境測定 1993