

特集・〈環境用水の汚濁とその浄化シンポジウム（第3回）〉より

紫外線，リン固定および接触酸化による 憩いの場の池水浄化

竹内 正美*・三好十武士*・村上 定瞭*・兼安 彰**

1. はじめに

近年、急速に進展する都市化に伴い人々の生活空間における“水と緑”の大切さが叫ばれるようになった。憩いの場における池は、現状では生活排水の流入や鯉・鳥の残餌や糞などによって水質の汚濁が生じ、これが原因となって水性微細藻類を著しく発生させている。藻類が発生すると、池水の透視度の悪化による景観の低下はもとより、異臭の発生など、憩いの場としての価値が著しく低下する。池の藻類防止対策として、底質除去、人工水流、接触酸化などのさまざまな方法が試みられているが、水質改善や年間を通しての浄水効果には著しい差異が見られる¹⁾。

当研究グループでは、公共施設・公園・庭園などの池（水量：数～数千 m^3 ）を対象として、その藻類発生防止法の開発を行っている^{1,2)}。浄水法は、微生物法（接触酸化法）、リン固定法および紫外線照射法の3つの方法を組み合わせたものである¹⁾。①微生物法は、接触材を充填した床部分に池水を通水し、接触材に付着・増殖した微生物により有機性汚濁物質および死滅藻類を分解除去する。②リン固定法は、マグネシウム系リン固定剤のペレットに池水を接触させ、藻類の必須元素であるリンを固定化する。③紫外線照射法は、紫外線により藻類を殺滅させ、さらに微生物で分解できない細胞壁成分などを分解性物質に変換する³⁾。

小型池の浄水実験から本システムにより藻類の発生をほぼ完全に防止することが可能になった¹⁾。今回の研究では装置設計や運転管理に必要な情報を得るため、ビニールハウス内小型池および屋外のコン

クリート大型池を用いて実験を行った。

2. 実験方法

2.1 ビニールハウス内小型池

詳細は前回報告¹⁾したので概要を述べる。ビニールハウス内に2つの池（3 m^3 ）を設置し、春から秋にかけてはヒーターにより20°Cに温度を制御して、1年間を通して藻類が発生する条件で実験をした。この池に10～20cmのヒブナ50匹を飼育した。池の水はペレット状のリン固定剤に接触させた後、微生物装置内を通水して池に戻した。微生物装置の上部に15WのUVランプを2本取り付けて、紫外線を照射した。

微生物装置は図-1に示すように塩ビ製の丸い容器で、2枚の仕切りを入れ接触材を図中の斜線で示す部分に充填した。接触材として2種類を用いた。塩ビ製の糸を絡ませたマット状のものと、ひもに細い糸を絡ませたコード状のもの（TBR社製）を用い

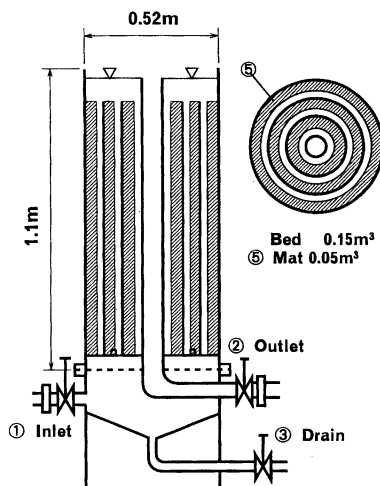


図-1 Bioreactor for pool test.

* 宇部工業高等専門学校 Masami TAKEUCHI,
Tomuji MIYOSHI, Sadaaki MURAKAMI
** 宇部化学工業㈱ Akira KANEYASU

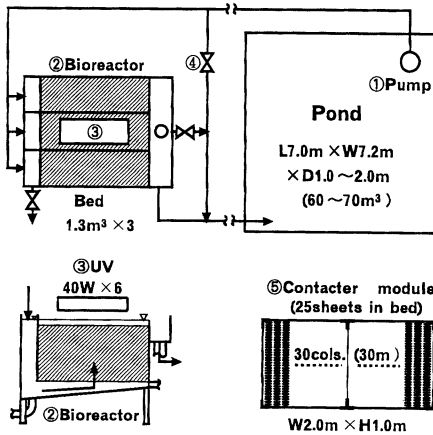


図-2 Scheme of pond test.

た。以下、前者の接触材をマットと省略し、後者をコードと省略する。コードを充填した装置は図-1に示す床部分の高さを0.5mとし、マットの装置の大きさの半分にした。マットは縦1m×幅2m×厚さ0.03mのもの1枚を裁断して使用した。コードは約30m使用した。

2.2 屋外大型池

池および浄化システムの概略を図-2に示す。池はコンクリート製で、水量は60~70m³であった。この池に0.5~1mの錦鯉50匹を飼育した。

池水は、水中ポンプ①より汲み上げて微生物装置②に通水させたのち池に戻した。装置内の通水量はバイパス用バルブ④を調整して任意に設定した。微生物装置の上部に40W低圧水銀ランプ6本③を設置した。リン固定剤のペレットを、適宜、池に散布した。

微生物装置には、幅2m×高さ1mの塩ビ製パイプの枠にコード状接触材⑤を取り付けたものをろ床に6cm間隔で25枚充填した。なお、このコード状接触材は小型池の浄水実験で用いたものと同一のもので、1枚につき30mであり、25枚の総延長は750mであった。マット状接触材は縦1m×幅2m×厚さ0.03mを6cm間隔の塩ビ板の仕切の間に挿入し、25枚充填した。

ろ床は3区画に分割し各区画を独立に稼働してろ床容積を変化させた。池水は装置底部より導入され、コード状接触材に付着・増殖した微生物と接触して浄化させる。装置の上部に取り付けられたランプにより、紫外線が照射されてオーバーフローして池に

戻される。

一方、浄化システムの結果を比較するために、同じ大きさの池に錦鯉を入れて飼育した。この池は曝気と循環のみを行った。

3. 結果および考察

3.1 水温

ビニールハウス内の小型池は8月が最高で35°Cであった。11月から4月までの冬季はヒーターで20°Cに保った。屋外大型池は8月が最高で33°Cで、2月が最低で7°Cであった。

3.2 pH

光合成が行われる日照時間の長い季節はpHは10以上の高い値を示したが、冬場になるとpHは7以下の低い値を示した。リン固定剤の投入によって、pHは8付近で一定に制御された。このことから、リン固定剤はpH調整材としても重要な役割を果たすことが分かった。

3.3 透視度の制御

ビニールハウス内小型池の透視度の変化を図-3に示す。池1においては95年3月までは曝気と池水の循環のみであった。3月より接触酸化、紫外線照射およびリン固定剤による浄化実験を開始した。実験開始により、透視度は急激に改善されている。透視度100cmのプロットは、実際には100cmよりも高い

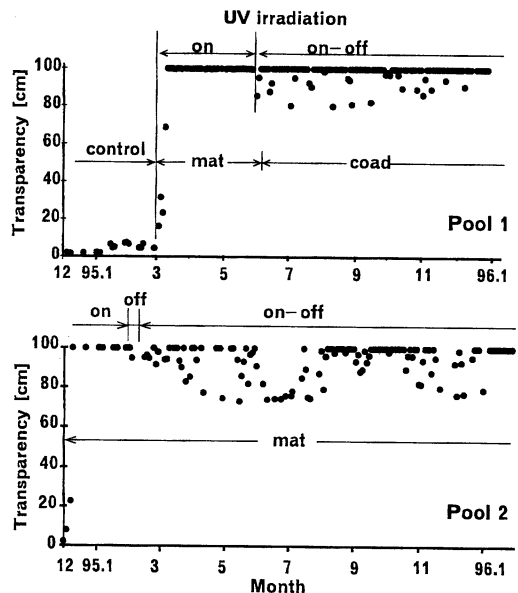


図-3 Monthly changes of transparency in pools.

値を示している。3月から6月までは紫外線を連続照射した。透視度は常に100cm以上を保っている。6月からは、透視度が100cm以上になった時に紫外線をoffに、100cm以下になった時に紫外線をonにした運転条件下における透視度の変化を示している。この図には示されていないが、100cmを中心にサインカーブを描き紫外線の制御により任意の透視度に制御できることが確認できた。接触材は、3月から6月まではマット状で、6月からはコード状のものを用いた。池2は94年11月から浄化システム稼働し、全実験期間中、接触材としてマット状のものを用いた。両者の比較は後述する。

屋外大型池の透視度の季節変化を図-4に示した。コントロール池は6月から11月までは10cm以下で、11月から少しずつ改善されて12月で30cmになっているが、再び悪化している。

浄化システムを適用した実験池の透視度は100cm以上に維持されている。本システムにより大型池においても、目標とする浄水が得られることが確認された。なお、透視度の低いものはシステム設計に必要なデータを取るために種々の実験を行ったので透視度が低下したものである。7月中旬から10月中旬にかけては装置改修のために浄化システムを停止し、水の循環のみを行った。

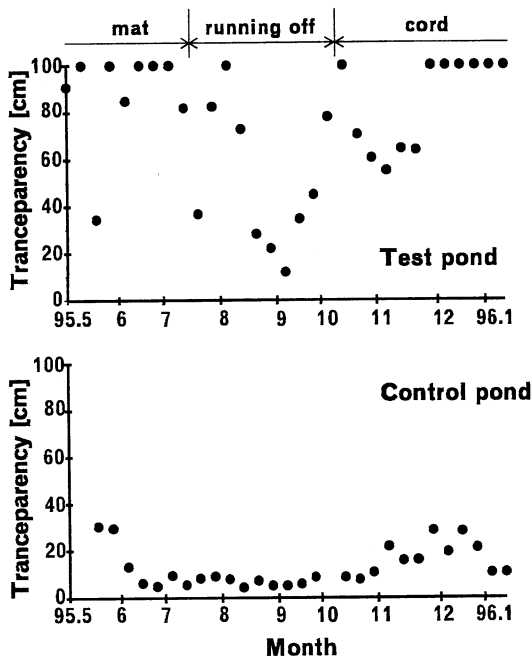


図-4 Monthly changes of transparency in ponds.

3.4 紫外線照射電力

図-5は小型池の透視度を100cmに維持するため紫外線をon-off運転し、各月において消費した電力から求めた池の単位面積当たりに必要な紫外線の必要W数をグラフ化したものである。このグラフを見ると、春から秋にかけて大きなW数が必要である。しかし、6月は梅雨のため、8月は水温が高すぎるために、それぞれ藻類の増殖が押さえられW数が少ない。なお、3月は浄化システム稼働の開始直後で、それまでに増殖蓄積した藻類を殺傷するのに大きな電力を消費したと思われる。

3.5 COD

図-6に2つの小型池のCODの季節変化を示

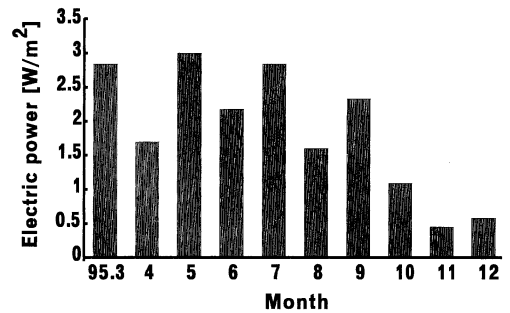


図-5 Electric power of UV irradiation to keep transparency of water at 100 cm.

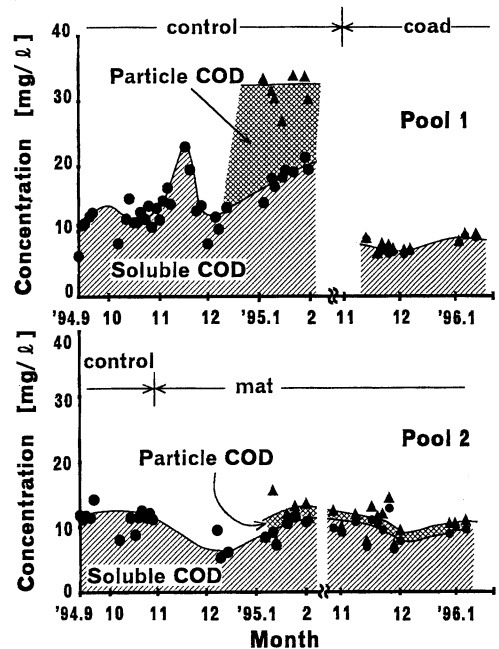


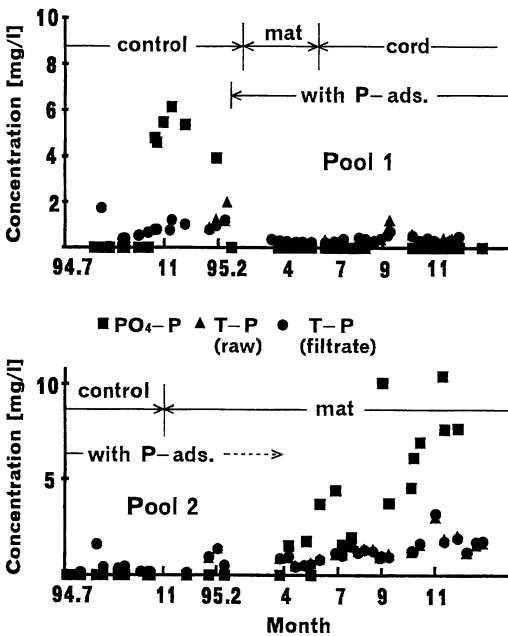
図-6 Monthly changes of COD in pools.

す。池1においては、95年3月まではコントロール実験である。▲は池原水のCODで、●は池水ろ液のCODで溶解性CODである。95年3月からは浄化システムを稼働したため、懸濁性CODが消滅し、さらに溶解性CODも減少している。コード状(池1)とマット状(池2)接触材を比較すると、溶解性CODはほぼ同じような値だが、マット状接触材では懸濁性CODが若干残っている。このことはマット状よりもコード状の方が藻類の除去効率がよいことを示している。

3.6 リン

小型池のリンの季節変化を結果を図一七に示す。池1の95年3月までおよび池2の94年11月までは、ともにコントロール実験(微生物装置・紫外線照射なし)であるが、池2のみにリン固定剤を加えた。2つを比較すると、リン固定剤を使用の方がリンの濃度が低いことが分かる。池1の2月にリン固定剤を加えたところ、各形態のリンは低レベルで押さえられている。池2では、95年4月頃からリンの濃度が増えている。これはリン固定剤が全て消費されたため、リンの固定化が行われなかったからと思われる。新しいリン固定剤の添加が必要である。

3.7 通水量

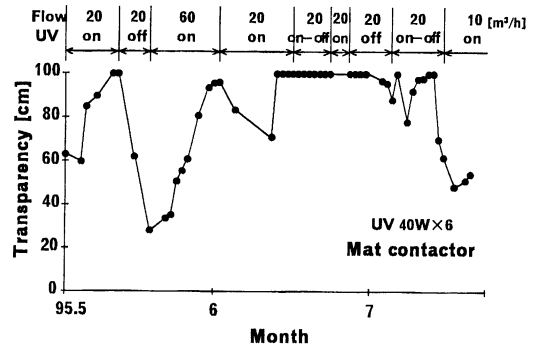


図一七 Monthly changes of T - P and PO₄ - P in pools.

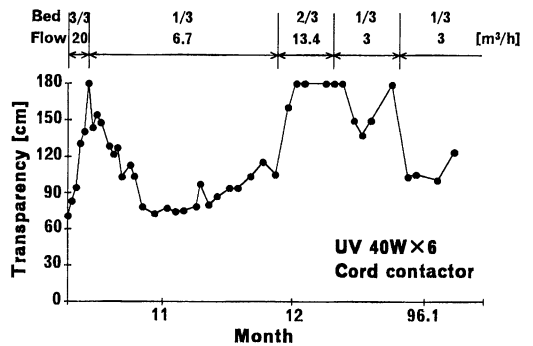
浄化システムの設計に必要なデータを集めるために行った大型池の実験結果の一部について説明する。図一八は浄化装置への通水量の効果を調べたものである。紫外線を停止して水質を透視度60cmまで悪化させ、次に95年5月から紫外線を照射し、20m³/hで浄化装置内を通水し、透視度100cmまでの改善状況を示している。同じく5月中旬から紫外線照射を停止して水質を悪化させたのち、通水量を60m³/hとして紫外線を照射した時の水質の改善状況を示している。このようにして通水量を変えた実験を行った。これらの結果から、藻類が最も繁殖する夏場において透視度を100cm以上に維持するには、20m³/hの通水量すなわち、1日あたり池水を最大8回程度循環すればよいことが分かった。

3.8 ろ床容積と通水量

微生物装置のろ床容積の設計に必要なデータを求めるための大型池の実験の一部を図一九に示す。図一ニに示したようにろ床を3分割した。図一ニに示



図一八 Transparency as a function of flow rate.



図一九 Transparency as a function of bed volume and flow rate.

す3/3は3つの区画を全て稼働させたことを示す。

通水量を20m³/hにし、3区画で運転させると水質は短期間で改善されている。ところが、通水量が6.7m³/hで1区画の場合には水質が悪化し、11月を過ぎたあたりから少しずつ改善の傾向がみられるが、この条件では浄化効率が悪いことを示している。そこで、通水量を13.4m³/hにして2区画使用すると、水質は直ちに改善されている。このように通水量と使用する区画を変化させて最適ろ床容積を検討しているが、この実験は現在継続中である。

3.9 接触材の比較

マット状とコード状の接触材の特性を比較すると、次のようであった。冬季では微生物の増殖速度が遅いので、マット内部全域に微生物が増殖するため浄化効率がよい。しかし、春から秋の間は微生物の増殖速度が速いため、マットの表面にのみ微生物が増殖して浄化効率が悪く、さらに再生までの使用期間が短くなる。一方、コード状接触材は年間を通して均一に微生物が付着増殖した。また、懸濁物質の除去効果もコード状のものが優れていた。

3.10 接触材の再生

微生物が増殖して飽和状態になると浄化能力が低

下して池が濁ってくる。ポンプを停止してろ床の上部から水道水を散水し、過大に増殖した微生物を洗い出して再生した。マット状、コード状いずれの接触材も散水のみで、簡単に付着微生物を剝離除去できるので、再生の自動化も容易に可能である。

4. まとめ

以上の結果をまとめると、微生物、リン固定剤および紫外線の組合せにより、藻類の発生をほぼ完全に防止することが可能になった。紫外線の連続照射により、常に透視度100cm以上の浄水を得られた。また、断続照射により任意の透視度の浄水を保つことが可能になった。ろ床容積、通水量等を変化させて浄化システムの設計に必要なデータを収集した。また、接触材の再生法など維持管理についても検討した。システム設計に必要な実験が全て完了していないので、今後継続して行なう予定である。

参考文献

- 1) 村上定瞭, 竹内正美, 他: 環境技術, 24, 425-432(1995).
- 2) 石川宗孝, 村上定瞭, 他: 環境技術, 19, 88-93(1990).
- 3) 村上定瞭, 竹内正美, 他: 環境技術, 23, 429-436(1994).

環境大気概説 (改訂版)

編者: 新良宏一郎

著者: 新良宏一郎・宗森 信
熊澤 安正・玉置 元則

A 5判 170頁 定価1,500円 (送料 350円)

大気汚染科学の周辺には、開発と環境汚染の問題をはじめとして、成層圏大気汚染、酸性雨、緑と環境、国連の提唱する快適環境の創造など問題は山積している。

本書はこれらに対応し、大気汚染の歴史、環境基準、大気汚染防除技術、分析法、大気化学、大気拡散など、これまでに分っていることをできるだけ平易に解説して、今後この分野で活躍しようとする人達の教科書または参考書として役立つよう編集されたものである。

発行 環境技術研究協会 / 〒530 大阪市北区天満 2-1-20 TEL 06-357-7611