特集・シンポジウム「環境用水の浄化および水処理の高度技術」より(2) ~~~~~

光酸化法による尿尿排水の完全循環処理 ー簡易浄化槽の再循環水（フラッシング水）の脱臭・脱色システムー

大 原 嘉 明 *・山 西 健 之 *

1. 緒 言

公共の公園等に設置されているトイレの簡易浄化水
洗水は、国立公園などの風致地域で特に汚濁排水の排
出基準が厳しい地域では高度水処理が必要となり、循
環再利用することが必至となる。従来方式では、活性
汚泥の後処理としてゼオライト・カキガラ・活性炭等
で濾過することで吸着除去していたが、処理水の水质
が安定せず、又、操作が複雑でコストも高く不完全な
水処理法であった。そこで前処理が不充分でも脱臭・
脱色が可能で、イニシャルコスト・ランニングコスト
共安価な処理方法の検討が急がれる。

著者らは、低圧水銀ランプの短波長UV光を利用す
る、温水プール水浄化、飲料水の除鉄・除マンガン等
の高度水処理法であるUゾン酸化法（光酸化）に着目
してトイレ水洗排水の三次処理にこの高度処理システ
ムの応用を試みた。

2. 方 法

Uゾン酸化法（光酸化）による温水プール水浄化、
飲料水の除鉄・除マンガン・フミン質の脱色等は、酸
化剤として次亜塩素酸ナトリウムを添加して5～15分
接触攪拌し、184.9nmのUV光で発生するオゾンと混
合して、同時に253.7nmのUV光を放射して各々の
酸化剤の相乗効果で水中の汚濁成分と酸化剤との反
応性を高め、短時間で分解する方法である。図-1に
そのフローを示す。

水中の汚濁成分は酸化剤の分解で発生する発生期の
酸素又は、OHラジカルとの反応で汚濁成分中の無機
物は金属酸化物、窒素酸化物等として、有機物は最終
的には炭酸ガス、水、窒素ガス、等にまで分解除去す
る。表1にその水質を示す。

* セン特殊光源㈱

Yoshiaki OHARA, Takeshi YAMANISHI

Uゾン酸化とは光酸化装置の一つである、ユーゾン
をベースとして各種酸化剤に増感作用を与え効率よく
発生期の酸素、ヒドロキシラジカルを発生させると共
に、水中の汚濁成分を低分子化して分解除去する装置
である。

ユーゾンの構造を図-2に示す。ユーゾンの基礎原
理は図のとおり、低圧水銀ランプを中心に空気が流れ
る石英のユーゾン管と水が流れる反応容器の二重構造
で、ユーゾン管内を流れる空気を紫外線の波長184.9
nmによって酸素(O₂)がオゾン(O₃)に変わり、
容器の下部より散気して水中に溶かし込み、それを同
じく紫外線の波長253.7nmで効果的に分解して有機

①井戸ポンプ、②薬注装置、③スパイラルシクナー、④送水
ポンプ、⑤Uゾン酸化装置、⑥急速濾過装置、⑦RAC装置

図-1 Uゾン酸化法による除鉄・除マンガン処
理装置フロー図

表1 除鉄・除マンガン処理装置の各工程における
水質結果

項 目	原 水	スパイラル シクナー	Uゾン装置	濾過装置	RAC装置
色 度	20.0	16.0	4.0	4.0	2.0
濁 度	2.0	1.0	1	1以下	1以下
硝酸性窒素 ppm	1.5	1.2	1.4	1.4	1.2
KMnO ₄ 消費量ppm	15.0	8.0	6.4	5.1	2.4
鉄 ppm	1.6	0.3	0.3	0.02	0.01以下
マンガン ppm	0.3	0.2	0.2	0.01	0.01以下
B O D ppm	7.4	1.3	0.4	0.8	0.7
大腸菌群	検出せず	同 左	同 左	同 左	同 左
残留塩素 ppm	0.01以下	0.4	0.4	0.9	0.01以下

図-2 ユーゾンの構造

物の除去・殺菌等を行う装置である。

しかし、尿尿排水の場合は窒素化合物が多く、特にアンモニア性窒素の処理が重要な課題となる。通常アンモニアの除去方法としては、

- 1) アンモニアストリッピング法（アリカリストリッピング法）
- 2) ブレークポイント塩素注入処理法
- 3) 吸着法
- 4) 酸化池における藻類同化法
- 5) 生物学的脱窒素法 等がある。

簡易浄化槽の場合は、5) 生物学的脱窒素法による窒素の除去を行っている、活性汚泥との接触時間が安定せず硝化が不十分の事が多い。この様な場合に酸化剤として次亜塩素酸ナトリウムを添加して時間が経過すると結合塩素となり、UV光を放射しても、発生期の酸素又は、OHラジカルの生成が悪く、2) ブレークポイント塩素注入処理法と同様アンモニア量の8～10倍量の次亜塩素酸ナトリウムが必要となり、再循環利用する場合は結合塩素濃度が高く活性汚泥に悪影響があり、又ランニングコストにもはねかえる。更に、尿尿の場合は、尿素等の有機窒素化合物も多量に含まれているので、それらをも酸化してアンモニア性窒素を経て硝酸性窒素、窒素ガスにして除去しなければならないので次亜塩素酸ナトリウムの添加量がより多く必要となる。そこで酸化剤としての次亜塩素酸ナトリウムの注入点を変える事と、前処理としてUゾン酸化装置への流入水のSS分の除去に注意を払った装置の

図-3 簡易浄化槽の再循環水のフロー図

設計を計った。

図-3 にそのフローを示す。

3. 結 果

処理条件

- 1) 原水 簡易浄化槽の排水
- 2) 処理水量 20ℓ/min (1.2m³/hr)
- 3) 処理水質 色度 5度以下

処理装置

Uゾン酸化処理装置

- 1) 濾過装置 5ミクロンμ程度の捕捉能力があるもの
- 2) 薬注装置 12%NaClOを100ppm注入できるもの
- 3) Uゾン酸化装置 SUZ-110-400φ
- 3) RAC装置 CF-1.5

4. 考 察

予備テストでは、酸化剤（12%NaClO）を20ppm添加してUゾン酸化を行った。サンプル水にはアンモニア性窒素がかなり含まれていたが、SS分はわずかであった。低圧水銀ランプの短波長UVの放射時間としては約3分で、その時のオゾン量は、1.5ppmであった。テスト終了後の残留塩素は0ppmであった。色度は50度が3度になり、臭気は腐敗臭から極僅かな塩素臭となった。

テストプラントでは、酸化剤（NaClO）を65ppm連続注入しながら5分間Uゾン酸化を行った。その時のオゾン量は3.5ppmであった。予備テストとテストプラントとの酸化剤量と酸化時間の差は、水中のSS分量と有機性窒素量の含有量の差と考えられる。結果は表2に示した通り、色度は40度が0度に、臭気は微かな塩素臭に、CODは10ppmが3.9ppmになり、窒素化合物は全て低減した。なお、この時の残留塩素は2ppmで結合塩素になっているものと考えられる。酸化剤に塩素を使用してUゾン酸化すると有機性窒素がアンモニア性窒素、亜硝酸を経て硝酸塩に酸化され、

表2 水質結果

検査項目	試験水	処 理 前 水 の 原 水	Uゾーン酸化装置 処 理 後 の 水
SS	ppm	0.5>	ND
BOD	ppm	2.6	測定せず
COD _{Mn}	ppm	10.0	3.9
Cl ⁻	ppm	130.0	120.0
色度	度	40.0	0.0
アンモニア性窒素	ppm	7.62	0.68
亜硝酸性窒素	ppm	1.08	0.02
硝酸性窒素	ppm	31.0	18.1
ケルダール窒素	ppm	9.21	1.49
有機性窒素	ppm	1.59	0.81
総窒素	ppm	49.0	19.61

更にそれらが窒素ガスと水までになり、総窒素が約半減したものと考えられる。この反応形態の確認は今後の課題となろう。

参 考 文 献

- 1) 高原義昌, 太宰宙朗: 造水技術水処理のすべて 造水促進センター (1983)
- 2) 猪狩俊将: 造水技術水処理のすべて 造水促進センター (1983)
- 3) 野田道宏: 造水技術水処理のすべて 造水促進センター (1983)
- 4) 環境管理設備事典編集委員会編集: 水質汚濁防止 産業調査会 (1985)
- 5) 土屋隆夫, 角田省吾: 水質汚濁と高度処理技術三次処理技術とその応用 化学工学社 (1986)
- 6) 菊池 清: (光酸化法による用排水処理) 洗浄設計 (1990) No.48 冬季号
- 7) セン特殊光源株式会社 社内資料 カタログ 抜粋

製品ニュース

ガラスびん色選別装置

神鋼電機株式会社は、資源回収システムの一環として「ガラスびん色選別装置」を開発いたしました。

当社の「ガラスびん色選別装置」は、高精度な分解能力をもつセンサー（カラー画像処理装置）により、1秒間に2本のスピードで、無色・茶色・緑色・黒色・その他の色に自動選別し、エアージェクト方式で振り分けられます。今まで難しいとされていた薄い青色、薄い緑色のびんも正しく色分けすることができます。また、選別する色の変更や特殊なびんの選別も可能で、その他の色という選別領域もあるため、陶器などが混入しても排除することができます。

この装置は、資源リサイクルシステムを自動化する一環として開発したもので、振動技術を応用した資源ゴミ選別装置とのユニット化でトータルな資源リサイクルの実現が可能となります。価格は1日15tのゴミ資源が見込まれる15万人程度の都市を対象としたモデルユニットで約5,000万円。

6月1日より本格的に販売を開始し、年間5億円の売上を見込んでいます。

●色選別の仕様

1. 処理能力: 小びん（ドリンクびん等） 7,200本/Hr
中びん（ビール大びん等） 5,500本/Hr
（大びん〔一升びん等〕も対応可能）

2. 判定速度: 1本あたり 0.1秒

3. 選別種類: 無色, 茶, 緑, 黒色, その他に選別可

陶器等は不定として選別。薄い青
や緑色のびんが選別可能。無色で
汚れたびんも選別可能

4. 選別センサー: カラー画像処理装置

5. 選別方法: エアーによるリジェクト

問合せ先

神鋼電機(株) 広報宣伝室 郡司

TEL (03) 3274-1113 (直)