

II-424

下水処理における紫外線照射と塩素注入との併用処理

東京大学大学院 学生員 大瀧雅寛

東京大学工学部 正会員 大垣眞一郎

1. はじめに

現在下水処理場で使われている塩素殺菌法は殺菌効果については問題無いものの、残留性の高い結合塩素などが生じると生態系への影響があるということがいわれている。そこで今脚光を浴びてきたのが生態系には直接影響の無い紫外線照射による処理である。本研究は微量有機物の分解、結合塩素(クロラミン)の分解反応等が期待されるといわれている紫外線と塩素注入処理の併用処理を下水処理に適用し、その効果を研究するものである。

2. 実験装置および実験方法

本研究はおもに、紫外線照射と塩素注入の併用による有機物分解とクロラミン分解の2つの実験に分けられる。どちらも塩素を注入した後、図1の装置で循環させ照射時間による各物質の変化を調べた。

有機物の分解実験はCOD_{Mn}、COD_{Cr}の2種を測定した。試料は東京三河島下水処理場の最初沈澱地上澄水、最終沈澱池上澄水の2種を用い、塩素注入は各々試料の1リットルに対し塩素量が18mg、6mgとなるように注入した。なお塩素注入は次亜塩素酸ナトリウムを用いた。紫外線照射は二重円筒型紫外線照射装置を用い、光源は中圧ランプ(Hanovia社製、ランプ長147mm、2.3A、155V)を用いる。

クロラミンの分解速度実験は、モノクロラミン、ジクロラミンを電流法で測定した。試料は塩素とアンモニアを混合させ人工的にクロラミン溶液をつくり紫外線を照射した。なお光源は中圧ランプ、低圧ランプ(三共電機社製、ランプ長303mm、0.34A、100V)の2種類用いる。

3. 実験結果および考察

(1) 有機物分解実験

各々の試料のCOD_{Cr}、COD_{Mn}の照射時間による変化を測定した結果、実験誤差を考えると全て変化無しという結果になった。一例として最初沈澱池上澄水の照射時間によるCOD_{Mn}変化を図2に示す。既存の研究では、高照射によるTOCの分解が報告されているが¹⁾、本研

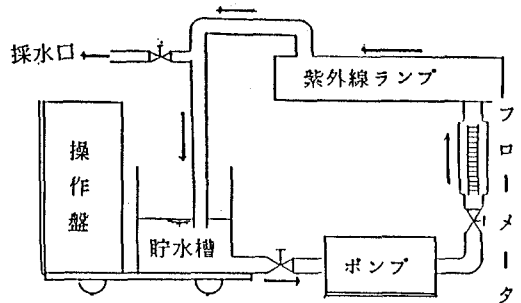


図1 循環実験装置

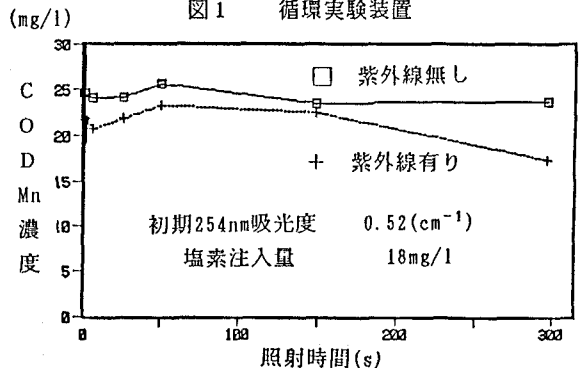
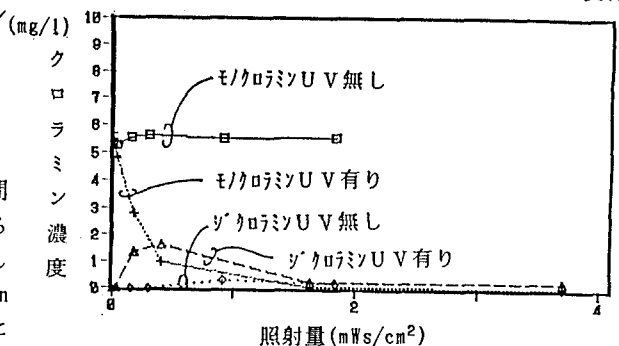
図2 最初沈澱池上澄水の照射時間によるCOD_{Mn}変化

図3 照射時間(照射量)によるクロラミン変化

究の塩素注入量と紫外線照射量の範囲では下水のCODMn、CODcrの分解は見られなかった。

(2)クロラミン分解速度実験

人工試料を幾つか作り、図1の紫外線装置で循環させたときのモノクロラミンとジクロラミンの照射時間による変化の1つを図3に示す。他の試料でも紫外線照射によるクロラミンの低減が確認された。また、その試料の照射時間の経過に伴うスペクトル変化を図4に示す。図4を見ると220nm、250nm、290nm付近での変化が大きいことがわかる。図3のジクロラミン、モノクロラミンの変化と照らし合わせると、減少し続けている吸光波長250nm付近はモノクロラミン、増加して減少している220nmもしくは290nm付近ではジクロラミンが分解していると考えられる。

クロラミンの分解反応を一次反応に従うと仮定すると(1)式で定式化される。

$$C = C_0 \exp(-k \cdot I_{ave} \cdot \tau)$$

C: 照射後のクロラミン濃度 (mg/l)

C₀: 照射前のクロラミン濃度 (mg/l)

k: 速度定数 (cm²/mWs)

I_{ave}: 平均線量率 (mW/cm²)

τ: 照射時間 (s)

測定した両クロラミン濃度について照射量とlog(C/C₀)の関係を(1)式で回帰したものが図5、6である。ここで速度定数を見てみるとモノクロラミンでは中、低压ランプどちらも変わらないのにジクロラミンでは中圧ランプの方が2倍ほど高い。これは中圧ランプの波長域が220nm~300nmであるのに対し、低压ランプは250nm~255nmであるためである。つまり、前述した各々の吸光波長では、モノクロラミンは中圧、低压ランプのどちらでも変わらず分解されるのに対し、ジクロラミンは低压ランプでは波長域が外れるため分解しにくい結果となるためであると考えられる。

4. まとめ

- (1)塩素注入と紫外線照射の併用では、本研究で扱った範囲ではCODMnとCODcrの分解は見られなかった。
- (2)紫外線照射によってモノクロラミンは主に吸光波長250nm付近、ジクロラミンは主に220nmもしくは290nm付近で分解した。

5. 参考文献

- 1) Disinfection of portable water by UV irradiation a critical review, WRC, AUG 18 1989, 22-28

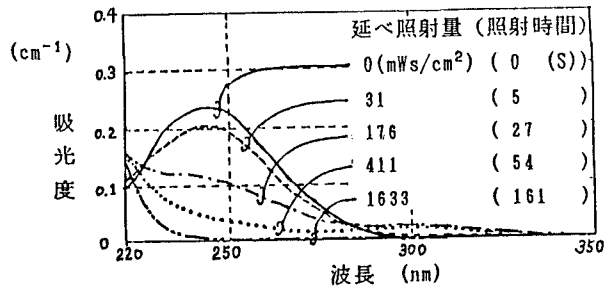


図4 照射時間(照射量)の経過に伴うスペクトル変化

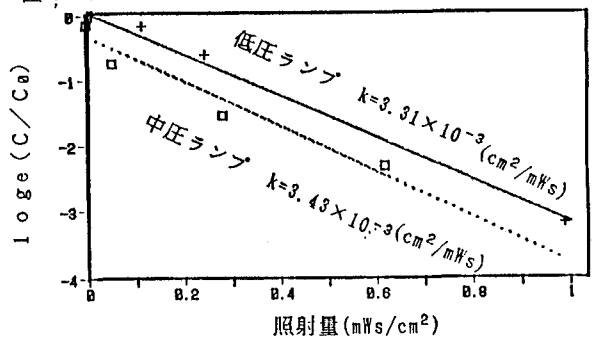


図5 モノクロラミンの分解速度

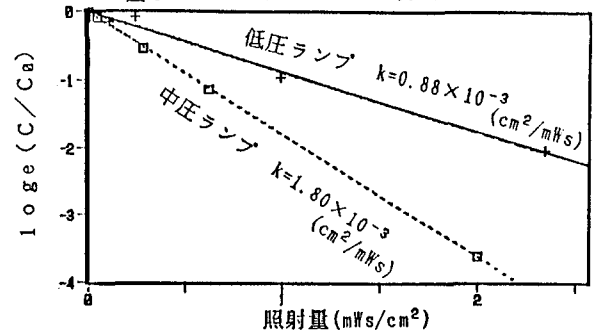


図6 ジクロラミンの分解速度