

オゾン/光触媒酸化反応における 4-CHBP の分解に関する研究

東北学院大学

○安住 耕太

東北学院大学 フェロー 会 員

石橋 良信

東北学院大学

正 会 員

韓 連熙

【序論】

近年, 有害化合物や難分解性化合物を分解・除去する方法として最も注目されているのは促進酸化処理法である. この促進酸化処理法では, 主にオゾン処理が用いられている. Addamo ら [1] はオゾンと 2 酸化チタン (TiO_2), UV を併用して水中汚染物質の分解処理を行い, 処理効率が向上したことを報告した.

そこで本研究では, 光源として太陽レベルの光度を持つブラックライト (BL) を用いて, オゾン/光触媒酸化反応における, ポリ塩化ビフェニル (PCB) の類似化合物である 4-クロロ-4'-ヒドロキシビフェニル (4-CHBP) の分解率や反応中間体生成物の同定による分解経路の検討を行なった.

【実験方法】

試料溶液は 4-CHBP の濃度を 10 mg/L とした. オゾン濃度を 5, 10, 20 mg/h とし, オゾン単独処理, O_3 / TiO_2 併用処理, O_3 /BL 併用処理, O_3 / TiO_2 /BL 併用処理を行った. また TiO_2 単独処理, BL 単独処理, TiO_2 /BL 併用処理も行った. 反応時間は 60 分とし, 10 分ごとに試料を採取した.

ブラックライト (BL, 東芝 ; FL10BLB) は最大波長 352nm, 10W を使用し, 分析は高速液体クロマトグラフ (HPLC, 島津製作所 ; LC-9A) 及び全有機炭素計 (TOC 計, 島津製作所 ; TOC-V_E) を用いた. オゾンガスは純酸素をオゾン発生器に通しオゾンを発生させ, 流量計を通して反応槽へ注入する. 反応槽の容量は 1 L とし, 中央にブラックライトを 1 本設置し, それを囲むように光触媒 (TiO_2) をコーティングしたガラスフィルム (幅 : 2 cm, 高さ : 28 cm) を配置してオゾンを試料に送るための散気チューブを反応槽の底に設置し, 攪拌器を用いて拡散させた. また, 実験に際してはブラックライトを用いた場合には光が反射するように, その他でも条件を同じにするため, 反応槽の外側にアルミホイルを巻いた.

【実験結果および考察】

オゾン濃度 5, 10, 20 mg/h を用いたオゾン単独処理の 4-CHBP 分解の結果と O_3 / TiO_2 /BL 併用処理において, オゾン濃度 5, 10, 20 mg/h での 4-CHBP 分解の結果を図 1 に示す. 図 1 より 4-CHBP の分解はオゾン単独処理時や O_3 / TiO_2 /BL 併用処理時においてもオゾン濃度依存性であることが示された. さらに, オゾン単独処理, O_3 / TiO_2 併用処理, O_3 /BL 併用処理より O_3 / TiO_2 /BL 併用処理時が 4-CHBP の分解に効果的であることが分かった (図 2) .

特に, TOC 分解率は O_3 / TiO_2 /BL 併用処理時が最も高い分解率を示した (図 3) . これはオゾン単独処理や O_3 / TiO_2 併用処理, O_3 /BL 併用処理時より O_3 / TiO_2 /BL 併用処理時がオゾンと TiO_2 , オゾンと BL の相乗効果によるヒドロキシル (OH) ラジカルの生成が促進されたからであると考えられる.

反応生成物の同定については, 4-CHBP が酸化され *p*-クロロ安息香酸や乳酸, シュウ酸など酸化が進み, 最終的には水や二酸化炭素になると推定された (data not shown) .

キーワード オゾン酸化反応 光触媒 ヒドロキシルラジカル 4-CHBP

連絡先 〒985-0873 宮城県多賀城市中央 1 丁目 13-1 東北学院大学工学部 環境建設工学科 TEL 022-368-7341

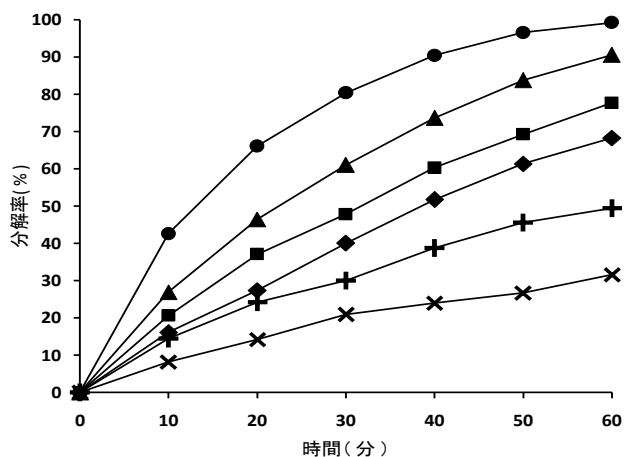


図 1. オゾン単独処理及び O₃/TiO₂/BL 併用処理における 4-CHBP の分解率

- : O₃/TiO₂/BL 併用処理 (20 mg/h)
- ▲ : O₃/TiO₂/BL 併用処理 (10 mg/h)
- : O₃/TiO₂/BL 併用処理 (5 mg/h)
- ◆ : オゾン単独処理 (20 mg/h)
- ＋ : オゾン単独処理 (10 mg/h)
- × : オゾン単独処理 (5 mg/h)

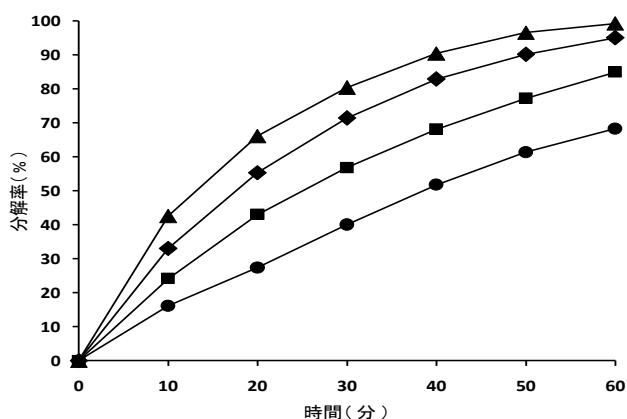


図 2. オゾン濃度 20 mg/h における 4-CHBP の分解率

- ▲ : O₃/TiO₂/BL 併用処理
- ◆ : O₃/BL 併用処理
- : O₃/TiO₂ 併用処理
- : オゾン単独処理

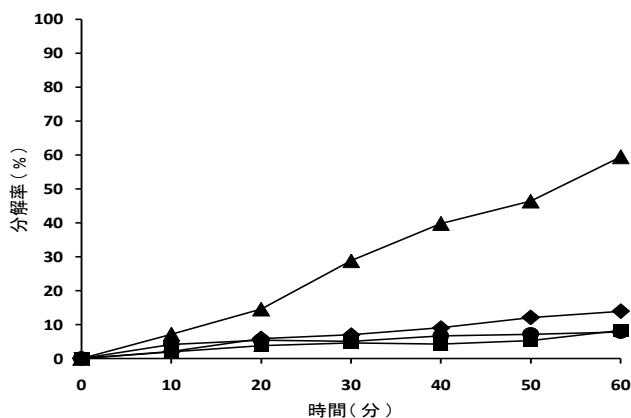


図 3. オゾン濃度 20 mg/h における TOC の分解率

- ▲ : O₃/TiO₂/BL 併用処理
- ◆ : O₃/BL 併用処理
- : O₃/TiO₂ 併用処理
- : オゾン単独処理

【結論】

4-CHBP の分解率や TOC の分解率は、O₃/TiO₂/BL 併用処理時が他のいずれの処理時よりも効果的であった。

光触媒反応で使用されている TiO₂ は一度コーティングすれば半永久的に使用可能であり、光源には BL 程度の光度をもつ太陽光を利用することが出来るため、低コストでの PCB 類の分解処理に用いることが可能であると考えられる。

【引用文献】

[1] Maurizio-Addamo, Vincenzo-Augugliaro, Elisa-Garcia-Lopez, Vittorio-Loddo, Giuseppe-Marci, Leonardo Palmisano., Oxidation of oxalate ion aqueous suspensions of TiO₂ by photocatalysis and ozonation, Available online, pp.612, 2005.