

溶質分離機能を有する電極による排水中医薬品の電気分解処理

大阪産業大学 新産業研究開発センター 正会員 ○谷口省吾
 大阪産業大学 工学部 正会員 尾崎博明 非会員 山田 修
 大阪産業大学 工学研究科

(現：松下環境空調エンジニアリング株式会社) 非会員 河崎大輔

1. はじめに

近年、水環境中から人畜用の医薬品が検出されており、これらは生理活性を有していることから生態系への影響や上水を経由した場合の人体への暴露影響が懸念されている。水環境中の医薬品の多くは下水から排出されていると考えられ現在の水処理では医薬品は十分に除去されておらず、逆浸透膜やナノろ過膜を用いた膜分離法や化学酸化法などによって除去が可能であることが示唆されている¹⁾。しかし、膜分離法では濃縮水の処理が必要であり、化学酸化法では医薬品のように対象が低濃度では効率的ではないと考えられることから、医薬品の処理には分離処理と分解処理を組み合わせた処理方法が有効であると考えられる。

そこで、本研究では高い透水性があり、導電性を有している多孔質セラミックス電極を用いて溶質の分離を行い、分離した溶質を連続的に電気分解によって分解する新処理方法について水中の医薬品を対象として検討を行った。

2. 実験方法

表 1 に対象とした医薬品を示す。医薬品は解熱鎮痛剤、抗てんかん剤、高脂血症剤と代謝物、合成抗菌剤である。図 1 に実験装置図を示す。電極には導電性多孔質セラミックスを用いた。このセラミックスは炭化チタンを主成分としており導電性を有したセラミックスである。また、多孔質であることから高い透水性と吸着性を有している。実験装置は円筒形のガラス容器の上下をセラミックス電極(φ55mm)で塞ぎ電解槽とした。模擬排水はポンプで吸引し、通電しながら模擬排水がセラミックス内を全量透過するように送液させ医薬品の分解を行った。

模擬排水は蒸留水に各医薬品を 1mg/L となるように調整した。また、電解質として NaCl を 0.05mol/L で溶解させた。電源には直流電源を用い電流は約 0.4A に設定した。実験時間は 60 分間である。

採取した試料は、pH 測定と残留塩素計(HI 95711, HANNA instruments)を用いて全塩素および遊離塩素の測定を行った。遊離塩素とは塩素イオン、次亜塩素酸、次亜塩素酸イオンであり、強い酸化力を有している塩素化合物を示し、全塩素は遊離塩素とクロラミンなどの結合塩素を合わせたものを示している。試料中の医薬品は採取した試料にアスコルビン酸を 1g/L で添加した後、LC/MS/MS (3200QTRAP, Applied Biosystems)により測定した。

3. 結果および考察

(1) 医薬品の除去率

図 2 に医薬品の除去率を示す。全ての医薬品で実験開始直後から除去率の上昇が見られた。IDM、CBZ、DCF、NPX、IPA、は実験開始 15 分後に除去率はほぼ 100%に達した。実験直後は全ての医薬品の除去率が上昇したが、10 分後

表 1 対象とした医薬品

医薬品名	略号
Indomethacin	IDM
Ketprofen	KEP
Carbamazepine	CBZ
Diclofenac	DCF
Naproxen	NPX
Isopropylantipyrine	IPA
Gemfibrozil	GFZ
Ibuprofen	IBP
Clofiblic acid	CA
Clarithromycin	CAM

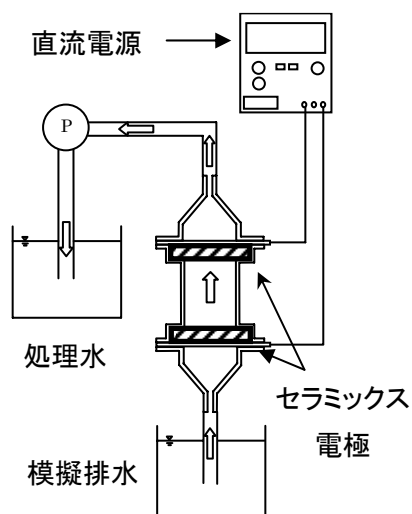


図 1 電気分解装置図

キーワード 医薬品, 電気分解法, セラミックス電極

連絡先 〒574-8530 大阪府大東市中垣内 3-1-1 大阪産業大学 新産業研究開発センター TEL 072-875-3001 (代)

以降は GFZ、KEP、IBP、CA、CAM では除去率は上昇しなかった。これは実験開始後の 10 分間は全ての医薬品がセラミックスへの吸着によって除去されたことから同様の除去率を示したと考えられる。GFZ について除去率が 79%以上にはならず、KEP、IBP、CA、CAM では 10 分後以降 60 分後まで除去率の低下が見られた。これはセラミックスに吸着した医薬品が飽和に達し徐々に溶出したことにより除去率が低下していると考えられる。

(2) 医薬品の電極への吸着について

図 3 に実験終了後の医薬品の除去の内訳を示す。残存率、吸着率、分解率を式(1)～(3)で求めた。

$$\begin{aligned} \text{残存率}(\%) &= (\text{実験終了時の医薬品残存量} / \text{初期添加量}) \times 100 \quad (1) \\ \text{吸着率}(\%) &= (\text{電極から抽出した医薬品量} / \text{初期添加量}) \times 100 \quad (2) \\ \text{分解率}(\%) &= \text{残存率} - \text{吸着率} \quad (3) \end{aligned}$$

電極中の医薬品はメタノールで 5 回抽出し測定した。除去率の高い物質すなわち溶液中の残存率の低い物質では分解率が高く、電極に吸着されて残っている分はわずかである。一方、除去率の低い KEP、IBP、CA、CAM は電極への吸着率が高いことから分解されにくい物質でも電極への吸着によって溶液中から除去されることを示している。

(3) 全塩素、遊離塩素

図 4 に全塩素と遊離塩素濃度の変化を示す。電解質に NaCl を用いていることから電気分解によって遊離塩素が生成しており最大で 0.56mg/L の遊離塩素が生成していた。次に、図 5 に pH の変化を示す。遊離塩素は pH によって存在する形態が異なり、実験開始直後の pH は 11.1 と高いが、40 分後には pH は 7.0 で安定しており、このときの遊離塩素は酸化力の強い次亜塩素酸で存在していることから医薬品の分解に寄与していると考えられる。

4. まとめ

水中の医薬品について電気分解法が有効であることを示した。一部の医薬品については完全な除去は出来なかったが、電極への吸着による除去も確認したことから溶質の分離と分解を同時に行う新しい水処理法が有効であることを示した。

なお、本研究の一部は文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究 A(平成 17～19 年度)の一環として行われたものである。

(参考文献)

1) 浦瀬太郎：医薬品類の水処理プロセスでの分解、吸着、分離挙動、水環境学会誌, Vol.29 No.4, pp191-195, 2006

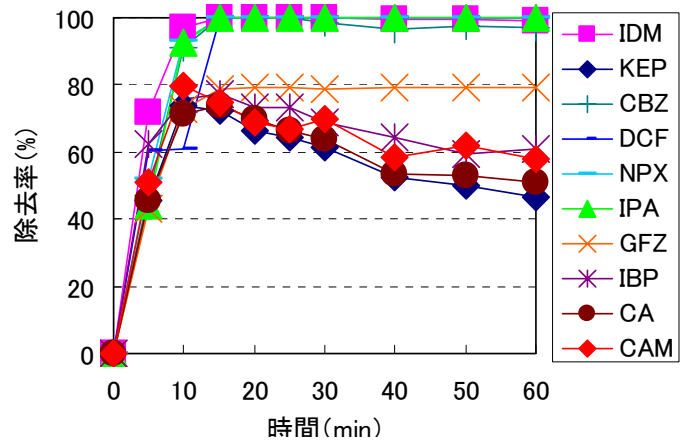


図 2 医薬品の除去率

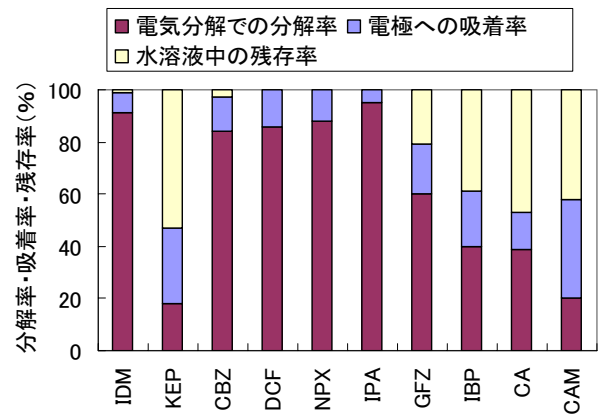


図 3 医薬品の除去の内訳

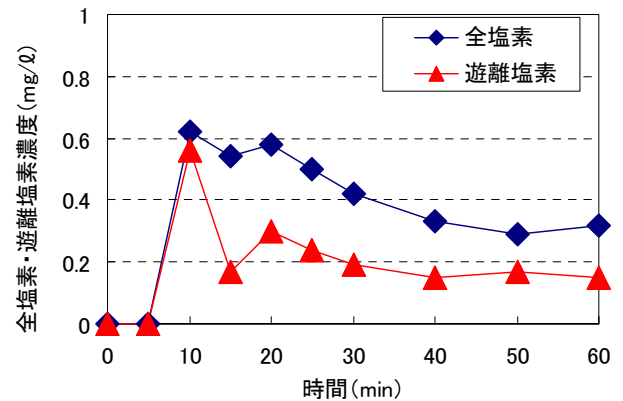


図 4 全塩素・遊離塩素濃度の変化

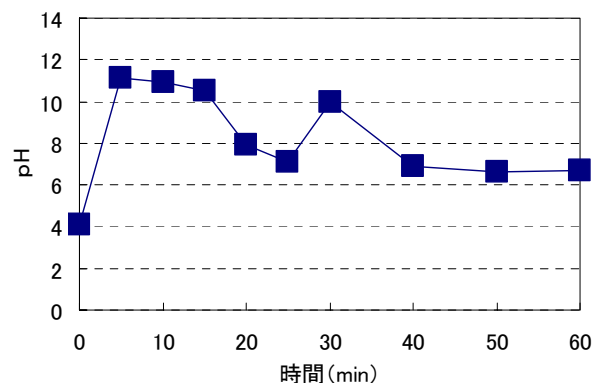


図 5 pH の変化