

トピックス

● 低結晶性酸化マグネシウムを用いた排水中のホウ素除去技術

ホウ素はガラス製造や半導体工場、火力発電所、陸上鉱山廃水にしばしば高い濃度で含まれており（～100 g/L、一律排出基準値：10 mg/L）、その効率的な除去技術の開発が求められる。ホウ素の効果的な除去剤として陰イオン交換樹脂や逆浸透膜などが開発されているものの、実操業ではランニングコストが高くなるため大規模なプラントではその導入が難しい場合もある。今回は酸化マグネシウム（MgO）を用いたホウ素の高効率な除去方法について紹介する¹⁾。MgOは安価かつ環境負荷の小さい陰イオン除去剤として注目されており²⁾³⁾、リンなど他元素の除去においても有効性が報告されている⁴⁾。通常MgOは1000℃の高温で炭酸マグネシウムを焼成して作成する。しかし、この手法では低温（500℃～）で焼成し活性化することで、より吸着能の高いMgOの生成を試みている。ただし、低温でMgOを作成する場合は炭酸成分の除去が不十分となり、その吸着能は大きく減衰してしまう。本研究で作成したMgOを用いてホウ素除去実験を行った場合、1000℃で焼成した通常のMgOは24時間で溶液中のホウ素除去率が70%に達した一方で、500℃で作成したMgOはわずか1時間で95%近くのホウ素を除去した。MgOの物性を比較すると、比表面積は1000℃で焼成したものに比べて最大8倍程度大きく、結晶子サイズも10倍程度小さくなる。これにより反応性が著しく向上し、わずかに炭酸成分が残存していたとしても十分にホウ素が除去できると報告している。またこの論文では反応速度を考慮した化学モデルについて検討するために、600℃、800℃、1000℃で焼成したMgOを用いて溶液中のホウ素およびマグネシウムの挙動を調べている。MgO添加直後に溶液中のMg濃度が急上昇し、その後ホウ素除去量が最大となる600℃で焼成したMgO試料添加系でMg濃度も大きく減少した。これは溶出したMgイオンがホウ酸イオンと溶液中で錯体（ $MgB(OH)_4^+$ ）を形成し、さらにホウ酸イオンと反応することで沈殿（ $MgB_2(OH)_6$ ）する反応によるものだと考えられる。これら反応速度を組み込んだ化学モデルの計算値は実測値とよく一致しており、MgO表面におけるホウ素除去反応は速度過程に支配されていること、またその反応速度は比表面積に依存することから、MgOによるホウ素除去プロセスにおいて低温焼成による低結晶性MgOの作成が非

常に効果的であることを証明している。今回初回した手法は新規廃水処理技術開発において重要な知見であり、ホウ素以外の有害元素除去において活用が期待される。

- 1) H. Fukuda, K. Tsuchiya, Y. Toba, M. Eguchi, C. Tokoro : *J. Environ. Chem. Eng.*, **8**, 104171 (2020).
- 2) K. Sasaki, X. Qiu, S. Moriyama, C. Tokoro, K. Ideta, J. Miyawaki : *Mater. Trans.*, **54**, 1809 (2013).
- 3) S. Izawa, M. Maeda, C. Tokoro, K. Sasaki : *J. MMIJ*, **130**, 155 (2014).
- 4) P. Stolzenburg, A. Capdevielle, S. Teychené, B. Biscans : *Chem. Eng. Sci.*, **133**, 9 (2015).

〔早稲田大学理工学術院 淵田茂司〕

● ガスセンサーの呼気検出によるヘルスケア分野への応用

ガスセンサーは、ガス漏れ警報器として1960年代後半から開発が続き、1980年代に空燃比制御用の酸素濃度制御センサーが自動車に搭載されてから大きくその市場を広げてきた。また、1990年代からは環境に関するニーズや関心が高まったことより窒素酸化物、炭酸ガス、硫黄酸化物等のセンサーの研究開発が進み、それらの一部は実用化されている。

ガスセンサーのヘルスケア部門への応用が近年注目されている。従来の酵素反応や抗原抗体反応などを利用する生物電気化学デバイスやいわゆるバイオセンサーとは全く異なり、通常のガス検知をそのまま利用するもので、ガスセンサーの新領域への応用展開となる。例えば、呼気中にアセトンやトルエンが検出されると、それぞれ糖尿病、肺がんの疑いがあるとされており、疾患の簡易的早期発見につながるものとして期待されている¹⁾。本稿では、これらガスセンサーのヘルスケアへの応用に関する動向について報告する。

W. Shinらは接触燃焼式ガスセンサーを用いた呼気中水素センサーを検討し、0～200 ppmの水素を選択的に検知し、腸内環境中の細菌から放出される水素とがんなどの疾患との関連を調査している²⁾³⁾。

NTTドコモ社はアセトンを中心とした生体ガスセンシングに取り組んでおり、呼気アセトンを体脂肪燃焼の尺度とすることを検討している⁴⁾。具体的には WO_3 と SnO_2 型の半導体ガスセンサーを組み合わせることで感度と選択性を付与している。

T. Itohらは肺がん患者の呼気に含まれるデカン、ノナナール、アセトイン、糖尿病患者の呼気に含まれるアセトン、メチルイソブチルケトンといったVOC（揮発性有機化合物）に着目し、6種の半導体型ガスセンサー素子を用いてパターン認識から分析可能なことを報告している⁵⁾。なお、ガスセンサーのヘルスケアへの応用では、ターゲットガスによっては濃度が1 ppm以下と著しく低いこと、呼気中なので水蒸気や種々のガスが含ま

れるため選択性が不可欠といった課題があるが、昨今のセンサーのマイクロ化や濃度圧縮手法による高感度化、コンピューター解析の進歩により、今後、スマートフォン等にも搭載できるような手軽なヘルスケアデバイスの開発が期待される。

1) C. Wang, A. Mbi, M. Shepherd: *IEEE Sens. J.*, **10**, 54

(2010).

2) W. Shin: *Chem. Sensors*, **35B**, 37 (2019).

3) W. Shin, T. Itoh, N. Izu: *Synthesiology*, **8**, 214 (2015).

4) S. Hiyama: *Chem. Sensors*, **33A**, 13 (2017).

5) T. Itoh, A. Tsuruya, T. Akamatsu, W. Shin: *Chem. Sensors*, **32A**, 126 (2016).

〔九州工業大学大学院工学研究院 清水陽一〕

日本分析化学会研究懇談会の御案内

日本分析化学会の研究懇談会に入会御希望の方は下記に照会ください。

- ① ガスクロマトグラフィー研究懇談会
- ② 高分子分析研究懇談会
- ③ X線分析研究懇談会
- ④ 液体クロマトグラフィー研究懇談会
- ⑤ 分析試薬研究懇談会
- ⑥ 有機微量分析研究懇談会
- ⑦ 溶液界面研究懇談会
- ⑧ 化学センサー研究懇談会
- ⑨ 電気泳動分析研究懇談会
- ⑩ イオンクロマトグラフィー研究懇談会
- ⑪ フローインジェクション分析研究懇談会
- ⑫ 環境分析研究懇談会
- ⑬ 表示・起源分析技術研究懇談会
- ⑭ 熱分析研究懇談会
- ⑮ レアメタル分析研究懇談会
- ⑯ 溶液反応化学研究懇談会
- ⑰ 受託分析研究懇談会
- ⑱ 電気分析化学研究懇談会
- ⑲ ナノ・マイクロ化学分析研究懇談会
- ⑳ バイオ分析研究懇談会
- ㉑ スクリーニング分析研究懇談会

◇照会先

- ①: 〒859-3298 佐世保市ハウステンボス町 2825-7 長崎国際大学薬学部薬学科 佐藤 博 [TEL・FAX: 0956-20-5668, E-mail: satoh@niu.ac.jp]
- ②: [E-mail: infopacd.jp]
- ③: 〒558-8585 大阪市住吉区杉本 3-3-138 大阪府立大学大学院工学研究科 辻 幸一 [TEL・FAX: 06-6605-3080, E-mail: tsuji@a-chem.eng.osaka-cu.ac.jp]
- ④: 中村 洋 [TEL: 03-3490-3351, E-mail: nakamura@jsac.or.jp]
- ⑤: 〒102-8554 東京都千代田区紀尾井町 7-1 上智大学理工学部物質生命理工学科分析化学研究室内 [TEL: 03-3238-3370, FAX: 03-3238-3361, E-mail: ta-hayas@sophia.ac.jp]
- ⑥: 〒263-8522 千葉県稲毛区弥生町 1-33 千葉大学共用機器センター 榎 飛雄真 [TEL: 043-290-3810, E-mail: masu@faculty.chiba-u.jp]
- ⑦: 〒560-0043 大阪府豊中市待兼山町 1-1 大阪大学大学院理学研究科化学専攻分析化学研究室 塚原 聡 [TEL: 06-6850-5411, E-mail: sxt@chem.sci.osaka-u.ac.jp]
- ⑧: 〒599-8531 大阪府堺市中区学園町 1-1 大阪府立大学大学院工学研究科 久本秀明 [TEL: 072-254-9285, E-mail: hisamoto@chem.osakafu-u.ac.jp]

- ⑨: 〒501-1196 岐阜市大学西 1-25-4 岐阜薬科大学機能分子学大講座薬品分析化学研究室 江坂幸宏 [TEL: 058-230-8100 (内線3640), E-mail: esaka@gifu-pu.ac.jp]
- ⑩: 〒780-8520 高知市曙町 2-5-1 高知大学教育研究部総合科学系複合領域科学部門 [TEL: 088-844-8306, E-mail: IC@jsac.jp]
- ⑪: 〒470-0392 豊田市八草町八千草 1247 愛知工業大学工学部応用化学科 村上博哉 [TEL: 0565-48-8121, E-mail: jafia@aitech.ac.jp]
- ⑫: 〒192-0392 八王子市堀之内 1432-1 東京薬科大学生命科学部 熊田英峰 [E-mail: kumata@ls.toyaku.ac.jp]
- ⑬: 〒120-8551 東京都足立区千住旭町 5 東京電機大学工学部環境化学科内 保倉明子 [TEL: 03-5284-5445, E-mail: kigen@jsac.jp]
- ⑭: 〒259-1293 平塚市土屋 2946 神奈川大学理学部 西本研究室 [TEL: 0463-59-4111, E-mail: y24moto@kanagawa-u.ac.jp]
- ⑮: 〒141-0031 東京都品川区西五反田 1-26-2 五反田サンハイツ 304 号 (公社)日本分析化学会事務局 [TEL: 03-3490-3351, E-mail: rare_metals@jsac.or.jp]
- ⑯: 〒950-2181 新潟市西区五十嵐 2 の町 8050 新潟大学教育研究院自然科学系 梅林泰宏 [TEL: 025-262-6265, E-mail: yumescc@chem.sc.niigata-u.ac.jp]
- ⑰: 〒590-0984 大阪府堺市堺区神南辺町 1-4-6 (株)総合水研究所 中田邦彦 [TEL: 072-224-3532, E-mail: k_nakata@mizuken.com]
- ⑱: 〒606-8585 京都市左京区松ヶ崎橋上町 1 京都工芸繊維大学大学院 前田耕治 [TEL: 075-724-7523, E-mail: maedak@kit.ac.jp]
- ⑲: 〒060-8628 札幌市北区北 13 条西 8 丁目 北海道大学大学院工学研究院 渡慶次 学 [TEL: 011-706-6744, E-mail: tokeshi@eng.hokudai.ac.jp]
- ⑳: 〒153-8902 東京都目黒区駒場 3-8-1 東京大学大学院総合文化研究科 吉本敬太郎 [TEL: 03-5454-6591, E-mail: keitaro@yoshimotolab.c.u-tokyo.ac.jp]
- ㉑: 〒110-0015 台東区東上野 4-10-3 ASANOビル 1階 101 号室 (株)神戸工業試験場生産本部技術開発部 三島有二 [TEL: 03-3843-5691, E-mail: scr-info@jsac.jp]