

VII-131

硝酸性窒素の電解還元にあつた電極面積の影響

山梨大学大学院 学生員 和久 広丈
 菱和設備㈱ 中田 久紀
 山梨大学工学部 正員 中村 文雄

1. はじめに

近年、各地で硝酸性窒素による地下水汚染が顕在化している。地下水中の硝酸性窒素の除去方法として幾つかの方法が検討されてきたが、処理装置、方法や処理効率の観点からイオン交換処理に関して多くの研究がなされ、一部実用に供されている状況にある。しかし、イオン交換処理においては一般に、硝酸イオンや塩素イオン等の陰イオンを高濃度に含有する再生廃水が発生するため、その処理が課題として残されてきた。

著者ら¹⁾²⁾³⁾は、これまで硝酸性窒素還元と塩素回収を意図した電解処理の研究を行ってきたが、本研究では硝酸性窒素の電解還元反応における電極面積の影響、及び各窒素成分の挙動について調べることを目的とした。

2. 実験装置及び実験方法

試料水として、3 mol/l NaOH, 0.25 mol/l Na₂CO₃, 0.04 mol/l NaNO₃ (NO₃-N=560 mg/l)の水溶液 400ml を、陽イオン交換膜で仕切ったプラスチック製の容器中で攪拌しながら室温において電気分解を行った。

本実験では、同一条件下で電極面積を1×1, 3×1, 3×3 cm²に、電流を0.1, 0.3, 0.6, 1.0, 2.0, 3.0Aに変化させ電解を行った。電極は、陰極に鉛(Pb)、陽極に白金(Pt)をそれぞれ用いた。サンプリング時間は電解開始0, 15, 30, 60, 90, 120分後とした。硝酸性窒素は紫外分光光度法、亜硝酸性窒素はスルファニルアミド・ナフチルエチレンジアミン分光光度法、アンモニア性窒素はインドフェノール法により測定した。また所定時間毎の電圧は、回路内に組み込んだ電圧計により測定した。

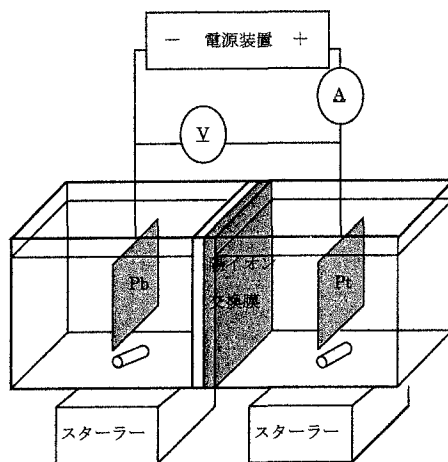


図1 実験装置概略図

3. 実験結果及び考察

電解実験中の陰極槽内における、電解120分後の硝酸性窒素残存量と電流との関係を図2に、さらに電解生成物としての電解120分後の亜硝酸性窒素生成量と電流との関係を図3に、アンモニア性窒素生成量と電流との関係を図4にそれぞれ示す。

硝酸性窒素は、全体として電流の増加と共に減少傾向を示した(図2参照)。また、多少ばらつきはあるものの、電極面積を変えても残存量にあまり大きな変化はなく、硝酸性窒素の還元反応には電極面積の影響はほとんどないと考えられる。

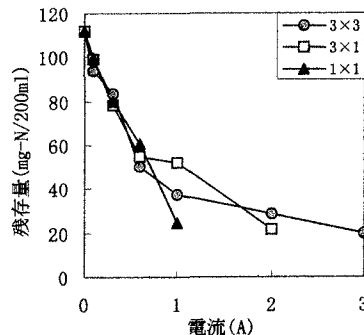


図2 硝酸性窒素の電流による変化(120分後)

キーワード 電解処理 硝酸性窒素 再生廃液 電極面積 電流密度

〒400-8511 山梨県甲府市武田 4-3-11 TEL 0552-20-8593 FAX 0552-20-8770

亜硝酸性窒素生成量は図 3 より、低電流時には電流の増加と共に亜硝酸性窒素の生成量は増加するが、高電流になるとその生成量は減少していくという傾向が見られた。この時、どの電極面積においても、0.3A から 0.6A の間において生成量のピークが見られた。しかし、それぞれのピーク時の生成量が異なり、電極面積が大きくなるほどその生成量が多くなるという傾向を示した。

一方、アンモニア性窒素は、亜硝酸性窒素の生成とは異なり(図 4 参照)、高電流になるほど生成量は増加するという傾向が見られた。また、電極面積が小さくなるほど生成量が増加するという傾向が見られた。

なお、図 2～図 4 での電極面積 $1 \times 1 \text{cm}^2$ 、電解電流 2A 以上、及び $3 \times 1 \text{cm}^2$ 、3A での値が欠落しているが、この条件下では、陰極側の電極素材である鉛が溶解して電極面積が減少する事が確認されたので、データから除外した。

電流密度が亜硝酸性窒素及びアンモニア性窒素に及ぼす影響を図 5 に示す。図 2 に示したように、硝酸性窒素に関しては、電解還元量と電流密度に明確な関係は観察されなかった。しかし、亜硝酸性窒素は、電流密度が比較的低い値(およそ $0.1 \text{A}/\text{cm}^2$ 以下)でのみ生成することが認められた。また、アンモニア性窒素は、電流密度が高くなるほどその生成量が増加する傾向が見られた。本実験においては、電流密度と酸化還元電位の関係⁴⁾を確認していないが、電極電位は電解生成物の反応速度や反応経路に影響を与えている可能性があり、電解処理の制御という点から反応因子に関してさらに詳しい検討を行う必要があると考えられる。

4. まとめ

- (1) 硝酸性窒素の電解還元反応における電解電流と各窒素成分の関係は、硝酸性窒素及びアンモニア性窒素は高電流値とするほど還元量及び生成量が多くなり、亜硝酸性窒素は低電流値であるほど生成量が多くなった。
- (2) 各窒素成分に及ぼす電極面積の影響は、硝酸性窒素についてはほぼ無いといえ、亜硝酸性窒素は同電流値であれば電極面積を大きくする(電流密度を低くする)と生成量が増加し、アンモニア性窒素は逆に電極面積を小さくする(電流密度を高くする)と生成量は増加した。

参考文献

- 1) 中村,大川：硝酸性窒素の電解還元処理、第 20 回水環研、p.196(1992)
- 2) 中村,大川：硝酸塩の電解還元における pH の効果と共存イオンの挙動、第 44 回水道研、p.408(1993)
- 3) 中村,和久：硝酸性窒素の電解還元に及ぼす負荷電流、電力量の影響、第 52 回土木学会 VII-219、p.436(1997)
- 4) 米山宏：電気化学、p.112

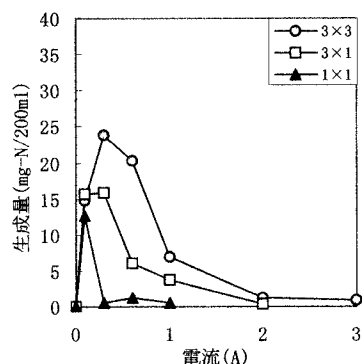


図3 亜硝酸性窒素の電流による変化(120分後)

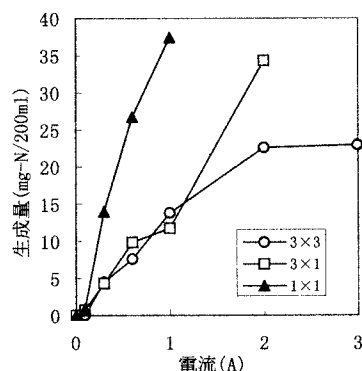


図4 アンモニア性窒素の電流による変化(120分後)

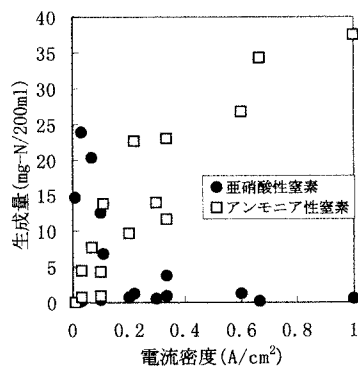


図5 電解生成物の電流密度による変化