

硝酸性窒素の電解還元に及ぼす負荷電流、電力量の影響

山梨大学工学部 学生会員 和久 広丈

山梨大学工学部 正会員 中村 文雄

1. はじめに

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、処理コスト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処理の問題がある。

そこ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してきたが^{1) 2)}、ここでは硝酸性窒素の電解還元における硝酸性窒素の挙動及び還元率と、電解電流及び電力量との関係を知る事を目的とした。

2. 実験装置及び実験方法

試料水として、3M/l NaOH, 0.25M/l Na_2CO_3 , 0.04M/l NaNO_3 ($\text{NO}_3\text{-N}=560\text{mg/l}$)の水溶液 700ml 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。電極のサイズは陰極(Pb)1.5*4.0 cm^2 , 陽極(Pt)1.5*4.0 cm^2 とした。

本実験では、同一条件下で電流を 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0A に変化させて電解を行った。サンプリング時間は電解開始後 0, 15, 30, 60, 90, 120 分後とした。硝酸性窒素は紫外吸光度法、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吸光度法、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、電源装置に付属している電圧計により測定した。

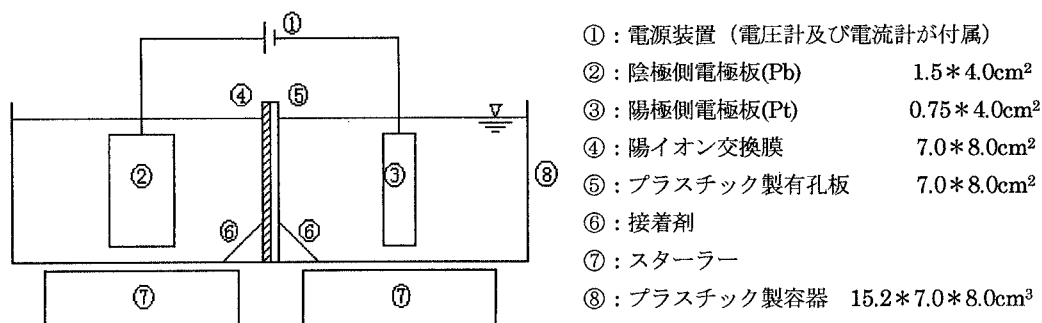


図1 電解還元装置図

3. 実験結果及び考察

電解実験による陰極槽中の、各電流での硝酸性窒素存在率の経時変化を図2に、電解開始後 90 及び 120 分後の硝酸性窒素存在率の電流による変化を図3に示す。硝酸性窒素は図2に示すように、どの電流においても時間経過と共に減少傾向を示したが、0~60 分での減少速度は負荷電流に比例することが認められた。なお、3A 以上の電解電流を与えた時は電解時間を 90 分以上としても存在率はほとんど減少しなかった。

また、硝酸性窒素存在率は電解電流を 4~5A 近傍とした時最小値をとり、その後 6A まで電解電流を上げ

キーワード 硝酸塩 電気分解 再生廃液 還元効率 イオン交換処理

〒400 山梨県甲府市武田 4-3-11, Tel : 0552-20-8593, Fax : 0552-20-8770

ても、硝酸性窒素存在率は低下しないことが認められた（図3参照）。なお、電解過程でのアンモニア生成は電解時間及び負荷電流に比例すること、及び、亜硝酸性窒素は0.5～1.0Aの時にのみ生成されることが認められた。

一方、測定した電圧の値から電力量を求め、それと硝酸性窒素存在率の自然対数をとったものの関係を示したものが図4である。ここでは、電解に伴う温度上昇分の電力量も含んでいる。ここで電力量を算出するにあたって下式を用いた。

$$Wh = E \cdot I \cdot t$$

Wh：電力量（Wh） E：電圧（V）

I：電流（A） t：時間（h）

硝酸性窒素存在率は、50Wh近傍において減少の仕方が変化していることが認められた。そこで、50Wh未満と50Wh以上での回帰直線を求めたところ、下式が得られた。

$$50Wh \text{ 未満} : y = -0.0216x + 4.6052$$

$$50Wh \text{ 以上} : y = -0.0011x + 3.5181$$

すなわち、電力量を50Wh以上としても硝酸性窒素はほとんど減少しないということが認められた。

なお、電解時間及び電解電流の増加に伴い、硝酸性窒素の還元量が減少してしまう原因については、陰極槽の電極素材に鉛を使用しているため、電気分解の進行に伴う水酸化鉛の形成と電極面積の減少が要因となっていると考えられる。

4. まとめ

(1)硝酸性窒素の電解還元における電解電流と電解時間の効果は、高電流、長時間のとき還元量が多くなった。今回の実験条件では、電解電流は5Aをピークとしそれ以上の電流を流しても還元効率は低下した。また3A以上では電解時間を90分以上としても還元効率は上昇しなかった。

(2)電力量と硝酸性窒素存在率の関係は、電力量を増加させるほど硝酸性窒素は還元された。今回の実験条件では、電力量を50Wh以上としたとき硝酸性窒素の還元量が最も多くなった。しかし効率という観点から見ると、50Wh付近が最も効率的であると言えた。

1) 中村，大川：硝酸性窒素の電解還元処理、20回水環研，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、水道研，408（1993）

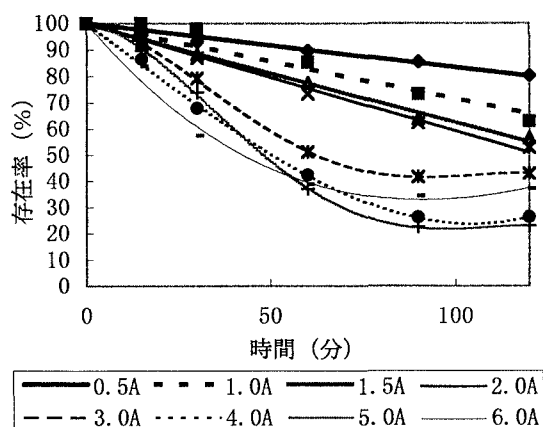


図2 硝酸性窒素存在率の経時変化

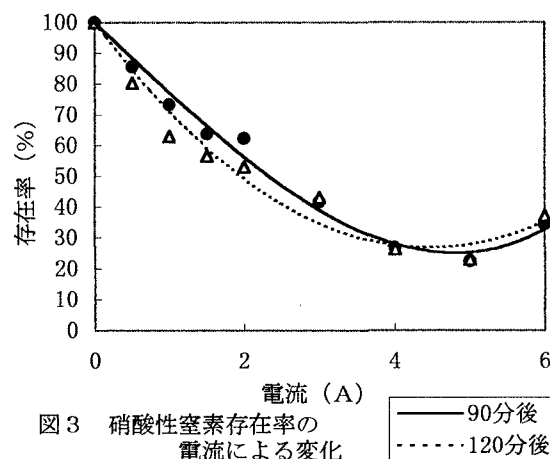


図3 硝酸性窒素存在率の電流による変化

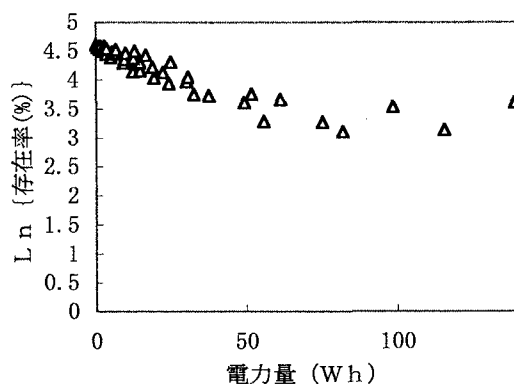


図4 硝酸性窒素存在率（自然対数）の電力量による変化