

通電による水中の窒素への影響に関する研究

群馬工業高等専門学校 正会員 谷村 嘉恵
 群馬高専環境都市工学科 学生会員 ○牧 龍弥

1. はじめに

電気化学的方法を用いた小規模水域の水質改善に関する研究¹⁾では、藻類の増殖抑制効果、大腸菌群への殺菌効果、水中有機物に対する分解除去効果が明らかになった。小規模水域においては水生生物が飼育されることは多く、水生生物の餌や糞からの窒素による汚染が考えられる。特に、アンモニア態窒素が蓄積すると、水質の悪化に繋がる。これまでの研究の中では、電気化学的方法による窒素への影響についての検討が行われていなかった。

本研究では、有機態窒素やアンモニア態窒素などが含まれている本校敷地内にある合併浄化槽の流入水、及び炭酸アンモニウム、または酢酸アンモニウムのみを含む人工廃水を用いて通電し、各態窒素はどのように変化するかについて検討を行った。

2. 実験装置及び実験方法

2.1 実験装置

図-1 に、Run1 に用いた実験装置の概略を示す。この実験装置は、有効容量 1.5L のプラスチック製の水槽、直流安定化電源、陰極と陽極からなっている。図-1 に示したように、電極は、陽極板に 1 枚と陰極板に 2 枚の計 3 枚からなっている。陰極にはアルミニウム板、陽極にはチタンメッシュ板を使用した。陰陽電極板を交互に平行に配置し、電極板の間隔は 4.0cm とした。電極の有効面積は 247.2cm² であり、電気の供給には直流安定化電源を用いた。

図-2 に、Run2 と Run3 に用いた実験装置の概略を示す。この実験装置は、有効容積 2.5L のプラスチック製の水槽、直流安定化電源、陰極と陽極からなっている。図-2 に示したように、電極は、陽極板に 5 枚と陰極板に 4 枚の計 9 枚からなっている。また、陰陽電極ともチタンメッシュ板を使用した。陰陽電極板を交互に平行に配置し、電極板の間隔は 2.0cm であった。なお、電極の有効面積は 680.0cm² であり、電気の供給には直流安定化電源を用いた。

2.2 実験方法

表-1 に、Run1、Run2 及び Run3 に用いた供試水、印加電圧及び通電時間などの実験条件、並びに各々の分析項目を示す。

実験は、所定水量の供試水をそれぞれの水槽に入れ、所定の印加電圧及び通電時間の条件下で回分的に行った。各々の実験終了後、供試水の原水及び通電処理した水に対して pH、電気伝導度、全窒素、アンモニア態窒素、硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素について分析を行った。

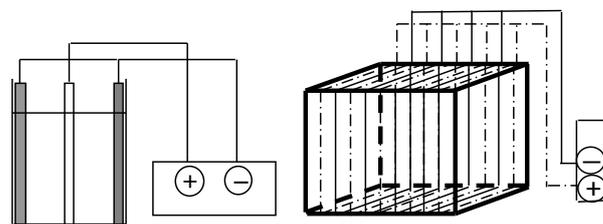


図-1 Run1 の装置 図-2 Run2 と Run3 の装置

表-1 実験方法

供試水	
Run1	浄化槽流入水
Run2	(NH ₄) ₂ CO ₃ 溶液
Run3	CH ₃ COONH ₄ 溶液
印加電圧(V)	通電時間
Run1	5,10,15,20 3時間
Run2	5,10,15,20,25,30 3時間
Run3	5,10,15,20,25,30 3時間
分析項目	
Run1	NH ₄ ⁺ -N,NO ₂ ⁻ -N,NO ₃ ⁻ -N,TN
Run2	NH ₄ ⁺ -N,NO ₃ ⁻ -N,TN
Run3	NH ₄ ⁺ -N,NO ₃ ⁻ -N,TN

3. 実験結果

3.1 アンモニア態窒素

図-3 に、アンモニア態窒素濃度と印加電圧の関係を示す。Run2 及び Run3 では、いずれの印加電圧においても通電処理した供試水のアンモニア態窒素の濃度は、原水に比べ低くなったことがわかった。また、印加電圧 5V の場合ではアンモニア態窒素濃度の低下は最も大きかった。これに対して、印加電圧 10V, 15V, 20V, 25V, 及び 30V の場合では、印加電圧を上げることによるアンモニア態窒素濃度の更なる低下は得られなかった。この時のアンモニア態窒素濃度はほぼ一定であり、平均濃度を算出して見ると、Run2 では 12.5mg/L, Run3 では 22.2mg/L であった。この平均濃度を基にアンモニア態窒素の変化率を算出すると Run2 及び Run3 ではそれぞれ 47.9%, 10.9% であった。

3.2 硝酸態窒素

図-4 に、硝酸態窒素濃度と印加電圧の関係を示す。Run2 及び Run3 に使用した人工廃水には硝酸態窒素が含まれていなかったが、通電処理した人工廃水から硝酸態窒素が検出された。このことから、アンモニア態窒素が含まれていた人工廃水に通電するとアンモニア

キーワード 電気化学的方法, アンモニア態窒素, 硝酸態窒素, 印加電圧

連絡先 〒371-8530 群馬県前橋市鳥羽町 580 群馬工業高等専門学校 TEL 027-254-9185 tanimura@cvt.gunma.ct.ac.jp

態窒素が酸化され硝酸態窒素に変わったことが推測できる。

一方、検出された硝酸態窒素の濃度は、アンモニア態窒素の減少量から算出した硝酸態窒素の理論生成量より少ないことを判明した。このことから、減少したアンモニア態窒素は硝酸態窒素に変わるほかに NH₃ の状態で空气中に逸散したことが想定できる。

Run2 及び Run3 で検出された硝酸態窒素濃度が異なることは、人工廃水に使用した物質の違いによるものであると考えられる。

3.3 全窒素

図-5 に、全窒素濃度と印加電圧の関係を示す。Run2 及び Run3 のいずれの実験においても、印加電圧を大きくすることによって全窒素濃度の変動があるものの、通電する前の濃度より減少した。このような全窒素濃度の減少は主に NH₃ の状態で空气中への逸散によるものと考えられる。

3.4 亜硝酸態窒素

図-6 に、Run1 における各態窒素濃度と印加電圧の関係を示す。この実験では本校敷地内にある合併浄化槽の流入水を使用した。この流入水から高い濃度の全窒素、アンモニア態窒素及び微量の亜硝酸態窒素が検出された。これに対して、通電処理した後、全窒素及びアンモニア態窒素濃度が減少し、亜硝酸態窒素濃度が増加したとともに微量の硝酸態窒素が検出された。

以上のことから、電気化学的方法を用いてアンモニア態窒素が含まれている水に通電すると、アンモニア態窒素が亜硝酸態窒素に酸化され、さらに硝酸態窒素に酸化されると推測できる。

4. まとめ

有機態窒素やアンモニア態窒素などが含まれている実廃水、及び炭酸アンモニウム、または酢酸アンモニウムのみを含む人工廃水を用いて通電し検討を行った結果、以下の知見が得られた。

通電処理によって水中のアンモニア態窒素を低減させることが出来た。また、本実験の条件下では、電極の有効面積が一定であったため、印加電圧 5V のときでのアンモニア態窒素の変化率が最も大きかった。

通電処理によって水中のアンモニア態窒素が亜硝酸態窒素に酸化され、更に硝酸態窒素に酸化されることがわかった。

5. 今後の課題

電気化学的方法を用いた水質改善システムにおける各態窒素の変化のメカニズムを解明していく。

参考文献

- 1) 谷村嘉恵: 通電による小規模池の水質への影響に関する実験研究, 第 35 土木学会関東支部技術研究発表会, VII-008, 2008.

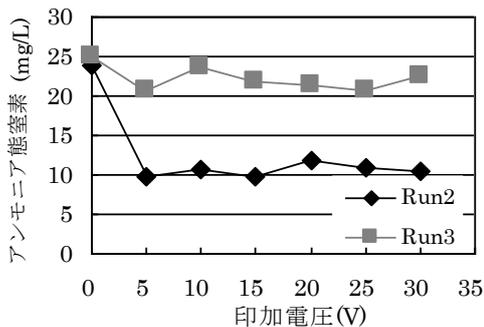


図-3 アンモニア態窒素濃度と印加電圧の関係

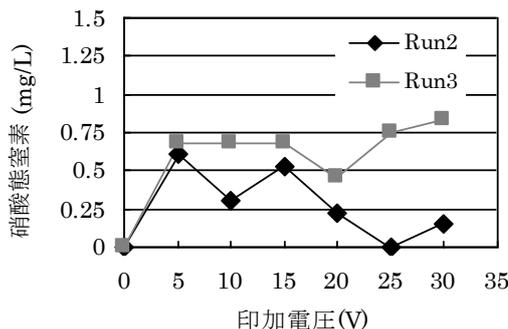


図-4 硝酸態窒素濃度と印加電圧の関係

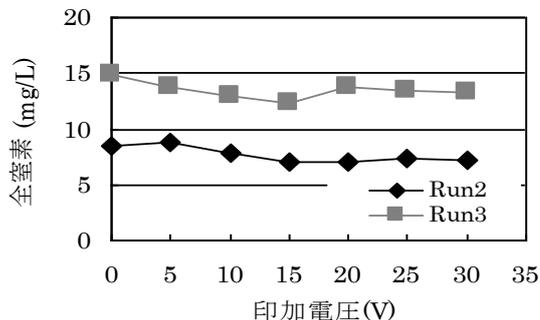


図-5 全窒素濃度と印加電圧の関係

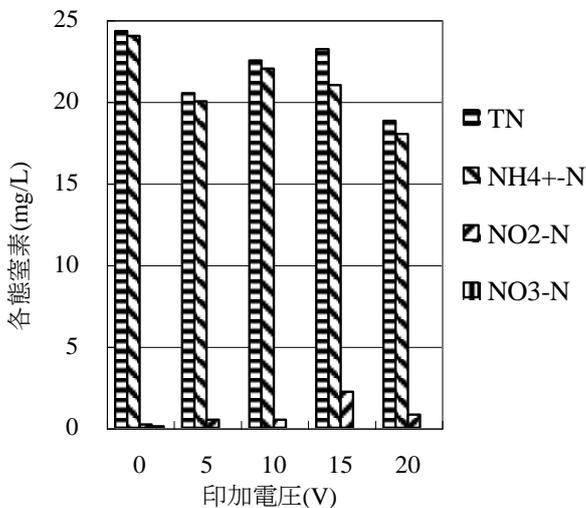


図-6 Run1 における各態窒素濃度と印加電圧の関係