

水中プラズマを用いた畜産排水処理

前橋工科大学工学研究科 ○学生会員 鈴木 庸史
前橋工科大学建設工学科 正会員 滝川哲夫

1. はじめに

群馬県は、養豚飼育が盛んな地域であり、その排水対策が求められている。養豚排水は高濃度有機性排水であり、有機物のみならず窒素、リンといった栄養塩類の濃度及び色度も高い。従来、畜産排水は活性汚泥法により処理するのが一般的であるが、この方法では有機物と窒素の同時処理が困難であるほか、処理時間が長く、色度の処理が困難等の問題がある。

本研究では水中プラズマを用いた養豚排水処理の可能性を検討した。水中パルス放電は、紫外線、超高電界、衝撃波、オゾンやヒドロキシラジカルなどを発生し、これらを複合的に作用して水中微生物の駆除や有害汚染物の分解などが可能である。

そこで、本研究では水中パルス放電を用い、養豚排水処理を行い、色度、COD 及び窒素分の同時処理へのその適用性を調べた。

2. 実験装置及び方法

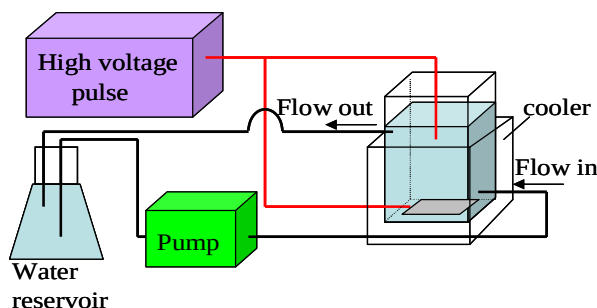
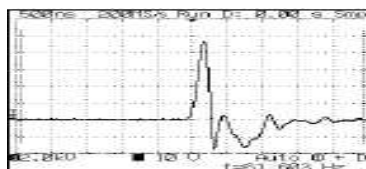


図-1 実験装置概略図



縦軸：10kV/div 横軸：1us/div

図-2 水中放電電圧波形

表-1 実験条件

区分	希釈率	H ₂ O ₂ (mg/l)	電圧(kV)	電極距離(mm)	初期色度	初期濃度(mg/l)			
						COD	NH ₄ ⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻
NO.1	3	0	50	30	371.4	254.5	67.6	371.6	400.7
NO.2	0			75	855	587.2	164	1218.9	1264.7
NO.3	3				426.6	297.6	78.1	460.8	497.5
NO.4	10				150.3	100.2	26.6	129	147.5
NO.5	3	200			426.6	143.3	79.6	447.9	479.3

図-1 に本研究で使用した実験装置の概略図を示す。装置は電源、ポンプ、反応槽、循環槽、冷却槽等から構成された。電源は玉置電子製の TE-HPS50K-A を用いた。電源波形の 1 例を図-2 に示した。反応槽は 45mm×50mm×180mm の塩化ビニール製で、ステンレス製の外径が 1.0mm の針電極と平板電極が対向している。針電極は電氣的に絶縁されており、針先端は絶縁体から 0.5mm 突出している。実験用原水は養豚二次排水をろ紙でろ過したものを水道水で希釈して用いた。原水は COD 濃度約 600mg/l、NH₄⁻濃度 160mg/l、NO₂⁻濃度 1200mg/l、NO₃⁻濃度 1250mg/l、色度 850 度であった。反応槽処理液はポンプで攪拌し、反応槽は恒温槽に設置した。

実験は、表-1 に示した条件のもとで時間、希釈率、H₂O₂ 添加を変化させ COD、色度、NH₄⁻、NO₂⁻、NO₃⁻ 濃度を測定した。

3. 結果及び考察

図-3 に COD、NH₄⁻、NO₂⁻、NO₃⁻ 及び色度に及ぼす放電時間の影響を調べた実験(NO.1)の結果を示す。図に示したように、放電時間 10 分で色度、COD 濃度はそれぞれ約 20、10%減少した。10 分以上では、色度、COD 濃度は時間と共に緩やかに低下し、放電時間 60 分で共に約 30%低下した。一方、全放電時間において NH₄⁻、NO₂⁻、NO₃⁻ 濃度はそれぞれ約 5mg/l、60mg/l、50mg/l 増加した。これらは水中プラズマを用いて、脱色及び COD 除去が可能であり、窒素分の酸化が可能であることを示す。

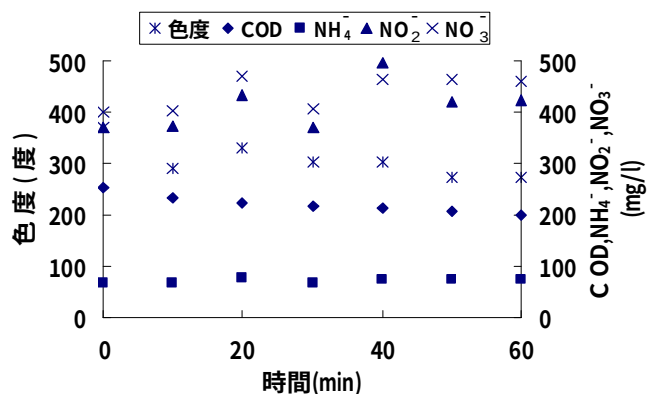


図-3 脱色、COD 除去及び窒素分濃度に及ぼす放電時間の影響

キーワード 水中プラズマ、養豚排水、色度、COD、窒素分

連絡先 〒371-0816 群馬県前橋市上上佐鳥町 460-1 前橋工科大学建設工学科 TEL/FAX027-265-7355

図-4 は色度、COD 及び窒素分濃度に及ぼす希釈率の影響を調べた実験(NO.2、NO.3、NO.4)の結果を示す。希釈率が0倍の場合、色度及びCODは共に低下しなかった。希釈率が0倍から3倍まで増加すると、放電時間60分で色度及びCODの分解率はそれぞれ13%、30%であった。希釈率0倍の場合 NH_4^+ 、 NO_2^- 、 NO_3^- 濃度は、全放電時間でそれぞれ約15mg/l、170mg/l、250mg/l増加したが、希釈率3倍の場合は、逆にそれぞれ約15mg/l、100mg/l、57mg/l減少している。原水を水道水で希釈してから放電処理を施すことにより、脱色及びCOD除去能力が向上した。これは、希釈率の変化と共に処理液の導電率が変化し、電極の放電状況が変化したことが原因であると思われる。希釈率が3倍から10倍まで増加すると、色度及び NH_4^+ はほとんど除去されなかった。また、放電時間60分におけるCODの除去率は20%で、 NO_2^- 及び NO_3^- 濃度は5mg/l増加した。これは、効率良く放電処理を行うには最適な希釈範囲が存在することを意味する。

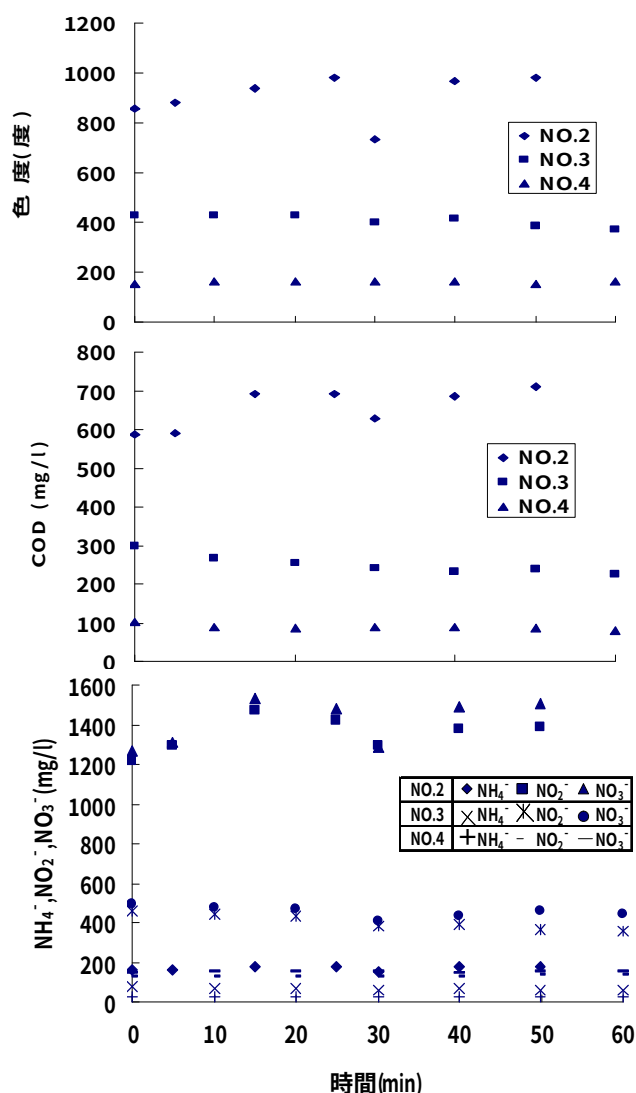


図-4 色度、COD 及び窒素分濃度に及ぼす希釈率の影響

図-5 は NO_3^- 及び NO_5^- の結果で、色度、COD 及び窒素分除去に及ぼす H_2O_2 添加の影響を示す。 NO_3^- の場合、処理時間60分における脱色率及びCOD除去率はそれぞれ10%、30%だったのに対し、 NO_5^- の場合はどちらも30%であり、 H_2O_2 添加によってCOD除去率は増加せず、脱色率は増加している。 NO_5^- の場合、 NH_4^+ 、 NO_3^- 濃度は、60分でそれぞれ約10mg/l、50mg/l減少している。 NO_2^- 濃度は放電時間0~20分間に約100mg/l変化したが、放電時間20分以上ではほぼ一定の濃度を示した。これらは H_2O_2 の添加が、反応初期の窒素分の分解を促進することを示唆する。

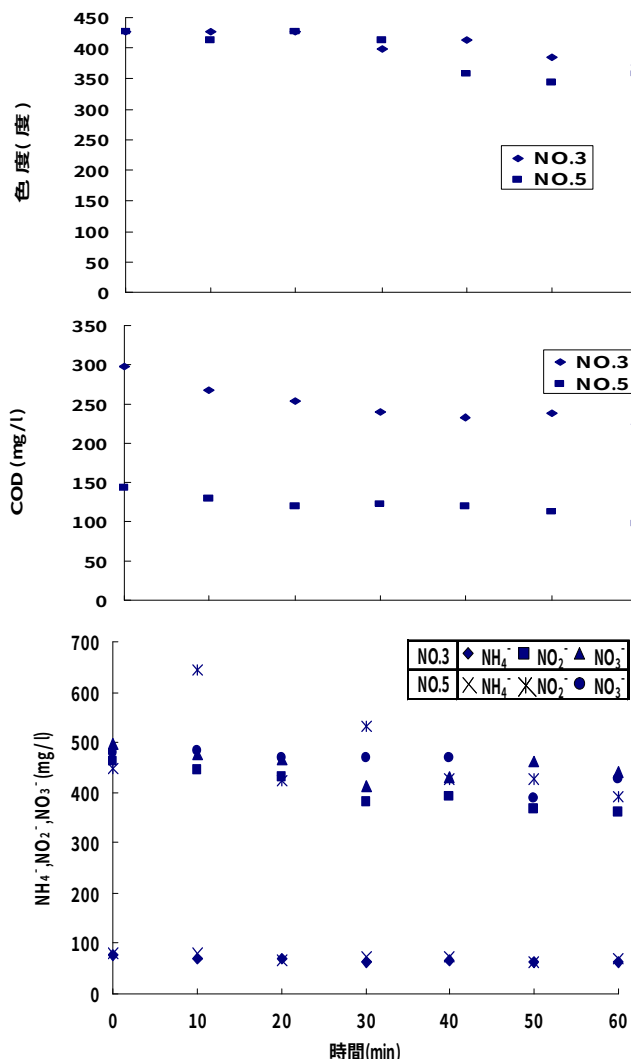


図-5 色度、COD 及び窒素分濃度に及ぼす H_2O_2 添加の影響

4. まとめ

水中ストリーマ発生装置を用い、養豚排水処理を行い、次の結果が得られた。

- ①水中プラズマを用いて養豚排水の脱色及びCOD除去が可能であり、窒素分の酸化を促進する。
- ②脱色、COD除去及び、窒素分の酸化は導電率に影響される。
- ③ H_2O_2 添加は色度の低減を促進する。