

塩基性強度の違いによるアンモニアストリッピング効果の比較実験

前橋工科大学 工学部 社会環境工学科 学生会員 松田隆志
 前橋工科大学 工学部 社会環境工学科 正会員 梅津 剛

1. はじめに

アンモニアストリッピングは水中の窒素除去手法の一つである。高濃度のアンモニアを含む水を塩基性試薬によって pH をアルカリ側にすることで、発生した水酸化物イオンと水中のアンモニウムイオンが反応し、アンモニアが大気に放散される現象である。

$$\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3$$

 この反応はアルカリ性が強いほど顕著に生じる。

本実験で用いる試験水は、内陸での循環型海水魚養殖飼施設における沈殿槽底部の排水である。残留餌や糞などにより、アンモニア態窒素濃度が 50 ~ 100mg/L ほど含まれている。この排水を再利用するためにアンモニアストリッピングを用いる¹⁾ことを考える。本論では特に、用いる塩基性試薬の強度によってアンモニアストリッピング効果がどのように変化するかに着目し実験を行うものである。

2. 実験方法

一辺 16cm 立方体水槽を反応槽として用い、水温を 24 ° に調整して行う。投入する飼育水は塩分濃度が約 2.0% で pH は 8.2 前後である。飼育水 500mL に塩基性試薬として消石灰 Ca(OH)₂ もしくは水酸化ナトリウム NaOH を 1g 単位で投与し、1 日ごとアンモニア態窒素濃度の数値を測定する。それをもとに日当たりの除去率を計算する。

2-1 塩基性試薬に消石灰を用いた場合

消石灰は入手しやすい弱塩基試薬である。これを用い実験を行うが、高濃度のアンモニア水では揮発による濃度現象が含まれるため、比較として試薬を入れない場合も実施するものとする。

図 1 は消石灰投与量の違いによる日毎のアンモニア態窒素濃度である。試薬を用いない 0g/L の場合に

おいても揮発によってアンモニアは減少し、その平均揮発率は 20.6% であった。消石灰濃度が 5.0g/L の場合の 1 日目の除去率は 59.4% であり、平均揮発率の 2.9 倍の速さでアンモニアの除去がなされた結果となった(図-2)。試薬濃度が高ければ除去効果は向上するが、弱塩基の消石灰では Ph が 11 程度に留まり、アンモニア態窒素濃度を 5mg/L の値まで低下させるのに 5.0g/L の消石灰濃度を用いた場合でも 5 日間を必要とする結果であった。

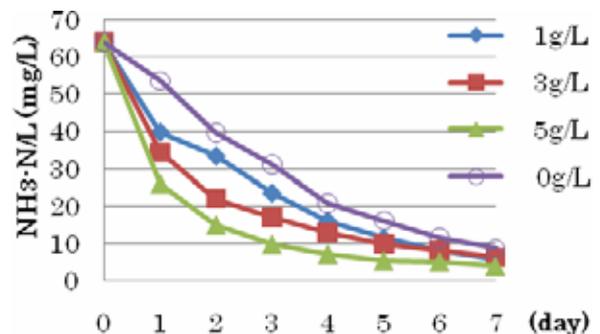


図-1 消石灰投入時のアンモニア態窒素濃度の時間変化

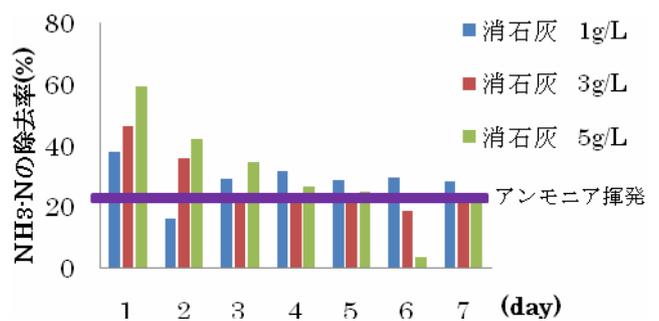


図-2 アンモニア態窒素濃度の日当たりの除去率

2-2 塩基性試薬に水酸化ナトリウムを用いた場合

Ph を 13 程度まで調整できる強塩基の水酸化ナトリウムを用いるアンモニアストリッピングを行う。図 3 に結果を示す。試薬濃度 3.0g/L と 5.0g/L の除

キーワード アンモニアストリッピング 循環型養殖排水 塩基性

〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町 460-1 前橋工科大学建設工学科梅津研究室 TEL 027-(265)-0111

去量はほぼ同じであることから、この実験の場合には 3g/L 以上の試薬を用いる必要がないことが解る。また試薬濃度 1g/L においても、3 日後には 5mg/L 以下となり、7 日目には全ケースにおいてアンモニア態窒素濃度は 0mg/L に収束した。消石灰を用いた場合と比較すると、除去速度に大きな差があることが解る。どのケースにおいても、前節の消石灰濃度 3g/L の日当たりの平均除去率 30.7% の 2 倍以上の高い除去率を示した(図-4)。特に、Ph が 13 であった 5g/L の 1 日目の除去率は 82% と高く、Ph が高いときの除去率の高さを確認した。これらにより水酸化ナトリウムを用いたアンモニアストリッピングの方が短期間でアンモニアの除去が可能である。

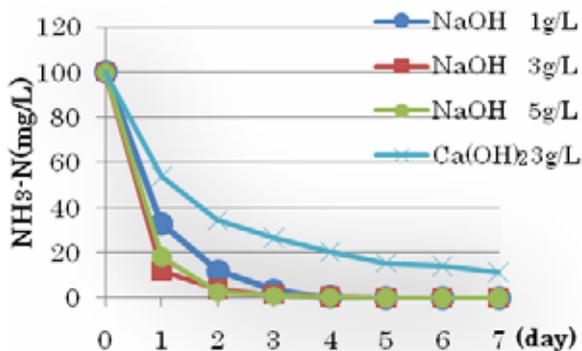


図-3 水酸化ナトリウム投入時と消石灰投入時のアンモニア態窒素濃度の時間変化

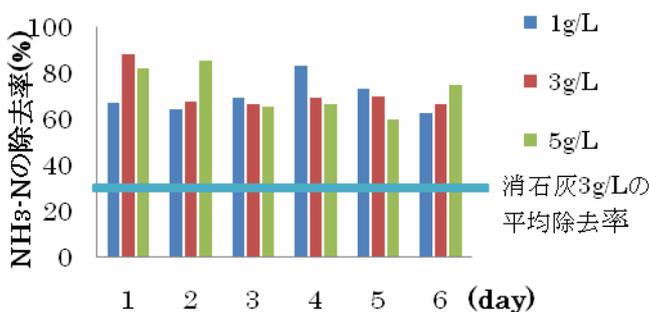


図-4 水酸化ナトリウムを用いた時のアンモニア態窒素濃度の時間変化における除去率

2-3 強塩基試薬による短期間での実験

実際の処理時間を 2 日程度と想定し、短期間での処理実験を行った。結果を図 5 に示す。濃度が高いほど除去量は多くなっているが、48 時間後には 3 ケー

スとも 5mg/L 以下となった。試薬量 3g/L では、24 時間後には 92%の除去がなされ 110mg/L のアンモニア態窒素濃度が 9.0mg/L まで低下した。この程度の濃度であれば、飼育循環系に戻すことが可能であり、水酸化ナトリウムを用いたアンモニアストリッピングの場合、1 日処理とすることも可能であるといえる。試薬 1g/L での除去量は他の 2 つと比べて低く、アンモニア態窒素濃度の残存量で比較すると 12 時間後では 1.5 倍、24 時間後では 2.2 倍程度の数値である。

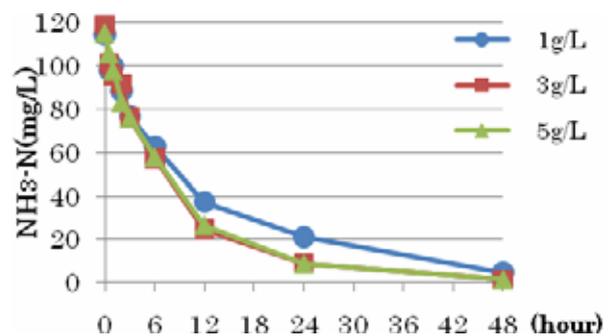


図-5 水酸化ナトリウム投入時の短時間でのアンモニア態窒素濃度の時間変化

3. おわりに

1 千匹を飼育する実際の養殖施設 (全水量 15ton) では、沈殿槽のドレーンのため本実験に用いたような汚物排水が 100L/日程度発生する。本実験の結果から、200L 程度の反応槽を用いれば、継続的に 90%以上のアンモニアを排除し循環系に戻すことができるのではないかとこの知見を得た。その際には多量の水酸化ナトリウムを投与することになり飼育水に強塩基成分が蓄積する問題が残る。循環型の養殖水は元々酸化し pH は低下することから、その中和程度の塩基性試薬を用いたシステムとして併用すればアンモニアストリッピングは有効な手段として用いることができると考える。

参考文献

- 1) 菅原・梅津 「鉄鋼スラグを用いたアンモニアストリッピング法の効率化及び装置の検討」 第33回土木学会関東支部技術研究発表会VII-017