

## 鉄鋼スラグを用いたアンモニアストリッピング法における効率的加熱法の検討

前橋工科大学大学院 学生員 菅原 誠貴  
前橋工科大学 正会員 梅津 剛

## 1.はじめに

海上生簀や沿岸のかけ流し養殖では多量の糞や餌かすを直接海域に排出することから、環境汚染の問題を引き起こす可能性が指摘され始めている。また、薬剤使用による殺菌などの問題も表面化している。このため海洋汚染改善手法の一つとして、無換水型の陸上海水魚養殖の研究が進められている。無換水での養殖では、多量の糞かすによるアンモニア性窒素の発生や、二酸化炭素、硝酸態窒素の蓄積により、本来 pH8 程度のアルカリ度を持つ海水が pH5 近辺まで酸性化する場合があります、その対策が必要となる。また、糞かすを集積した沈殿槽底部の汚水液は、極めて高濃度のアンモニアが発生し、その再利用を行う際には SS の排除だけでは不完全である。この双方の問題解決に対して、本研究ではアンモニアストリッピング法を適用することを考え、高アルカリ状態で生じる蒸発効果によるアンモニア除去と、飼育水の pH 上昇の効果を期待するものである。アンモニアストリッピング法では、水酸化物イオン ( $\text{OH}^-$ ) を反応に用いるため、水中の pH は強アルカリ状態になっていることが条件である。一方、鉄鋼スラグの一種である製鋼スラグは、石灰 ( $\text{CaO}$ ) を多量に含む強アルカリであり、養殖水に求められる pH 上昇能力とあわせて、養殖システムに対しての製鋼スラグの有効利用が考えられる。また、アンモニアの直接気体排除は好気処理における硝化量を減少させると共に脱窒負荷を軽減することに繋がる。本論では、具体的装置の効率化を図るため、処理水を過熱した状態でのアンモニアストリッピングの処理効果に着目し、数種類の加熱手法より効率化志向した基礎実験を報告するものである。

## 2.加熱の検討

## (1) 沸騰後放置時における除去量への影響

これまでの実験<sup>1)</sup>で加熱という手法は図1の結果に示すように有効な手段であるということが確認された。しかし、常時加熱という方法は非常に多くのエネルギーを必要としコスト面からみても現実的ではないと思われる。そこでエネルギー削減を念頭に入れ、今回の実験では沸騰するまで加熱をしたのち加熱をやめ放置し測定を行うこととした。加熱機材等は過去の実験とすべて同じものを使用した。水量も過去と同じく4Lである。その結果、図2に示す通りとなった。加熱中は過去の実験と同様に減少しているが過熱をやめたのち急激に減少が止まりその後ほとんど減少をしなかった。このことから加熱時にのみ効率的な除去が可能であるということが予測される。この原因は沸騰時に発生するバブリングによる空気接触増加の影響や加熱時の分子運動加速等の要因が推測されるが、現時点では明確に特定は出来ない。しかし、加熱時には著しい除去が可能であることは明白である。

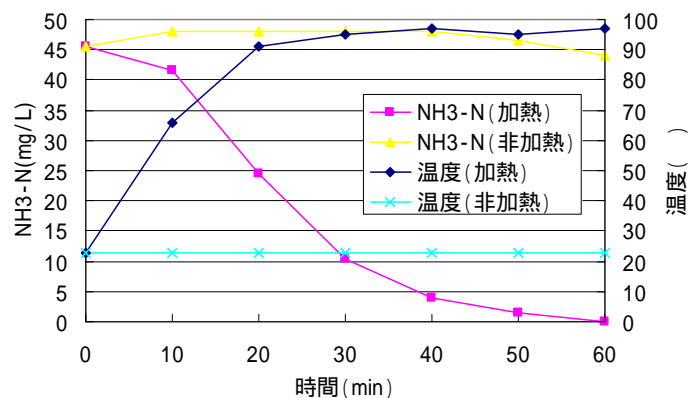


図1：常時加熱時の実験結果

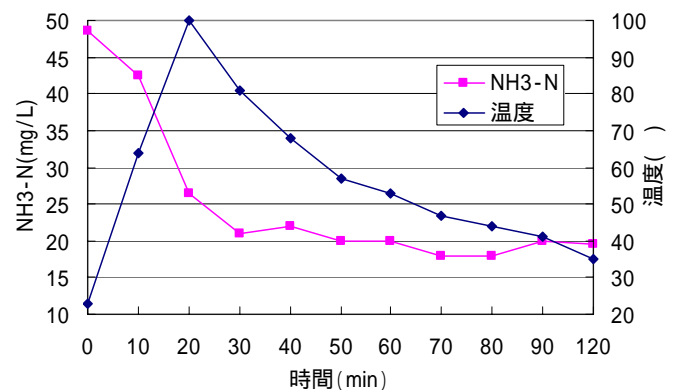


図2：沸騰後放置時の実験結果

## （2）弱加熱時の除去量の変化

先の実験で加熱をやめることは効率化にとってマイナスであるということが予測された。そこで常時加熱ではあるが今までのように100 まで加熱するのではなく40 程度を維持する様に加熱することとした。今回も加熱機材および水量は4 Lで条件は同じとした。実験結果は図3に示す通りである。100 加熱時に比べると除去量はあまり大きくは無いが前回の実験における非加熱時と比較すると温度は低いにもかかわらず明らかに除去量が増加している。このことから一度沸騰させ放置するより低温でも加熱し続けることが有効であることが分かった。そして、40 程度であれば電気ヒータで実現可能であるため装置としての現実性も高いと思われる。また、図4に示すように100 と比べ1時間当りの除去率は約5分の1と良いとは言えないが、装置として考えた場合に1時間当りの除去率が22%であればそこそこの有効な装置であると思われる。

### 3.適用場所の検討

文献<sup>2)</sup>によるとアンモニアストリッピング法の除去率は濃度に影響を受けないとされている。しかし、濃度が異なると除去率は同じであっても除去量は異なってくる。つまり、アンモニア性窒素の濃度が高いほうが同じ時間であれば除去率は同じでも多くの量を除去出来るといえる。陸上海水魚養殖への適用を考えた際、基本的に飼育槽はアンモニア性窒素濃度が1mg/L未満という低濃度である為、除去の対象としては不相当である。そこで今回、処理の対象として検討を行っているのは梅津・明田川・朽岡らが開発した泡沫浮上分離装置<sup>3)</sup>の排水である。この装置は、低濃度オゾンを用いエアレーションする事により汚濁物質を泡として分離する装置で、排水は50mg/L以上の高濃度のアンモニア性窒素を含有している。さらに泡として排出されたため曝気による微生物分解が困難である。この排水を対象とした除去手法は2槽移動式<sup>3)</sup>が用いられたが、本手法ではそれよりもローコストに処理できる可能性が大きいと推測される。

さらに泡として排出されたため曝気による微生物分解が困難である。この排水を対象とした除去手法は2槽移動式<sup>3)</sup>が用いられたが、本手法ではそれよりもローコストに処理できる可能性が大きいと推測される。

### 4.おわりに

海洋環境問題にかかわる養殖排水流出の対策として、製鋼スラグによるアンモニアストリッピング手法の有効性について報告した。現在、小型の無換水海水魚養殖装置を製作し、本手法の適用を行っている。特に鉄鋼スラグの特性を活かした利用を検討し、濾材としての利用を含め実海域への応用手法なども考慮していく所存である。

#### 【参考文献】

1) 菅原誠貴 梅津 剛：

第32回関東支部技術研究発表会概要集「鉄鋼スラグを用いたアンモニアストリッピング法における効率化の検討」

2) 栗村 宗人：「下水道実務講座7 高度処理と再利用」

3) 朽岡英司 明田川康 梅津剛：

第57回土木学会年次講演会講演概要集「低濃度オゾン曝気による界面活性剤除去装置の開発に関する研究」

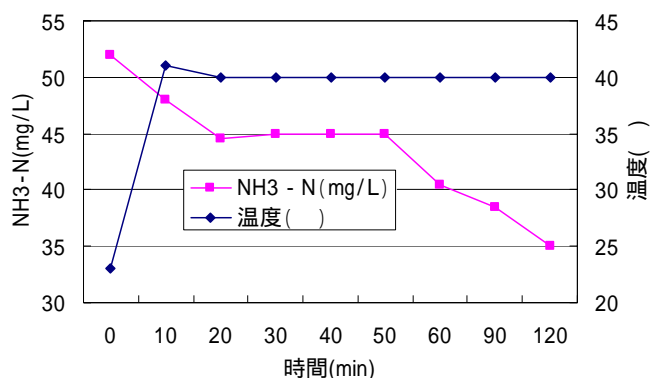


図3：40 常時加熱時の実験結果

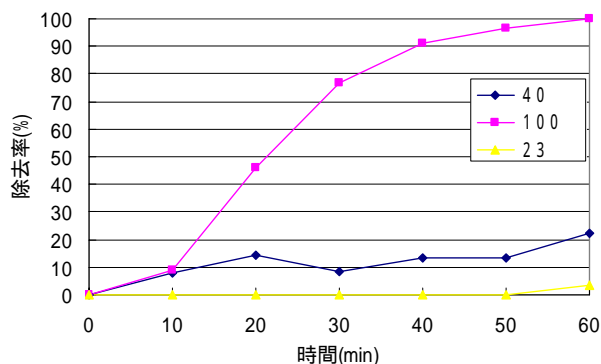


図4：温度による除去率の変化



図5：泡沫浮上分離装置