

高濃度アンモニア汚染地下水に関わる水処理手法について

森本 一生・口舩 愛・藤原 務・高田 史朗(株式会社 アステック)

1. はじめに

近年、産業構造の変化に伴い、工場の閉鎖と跡地利用の多様化が進んでいる。その結果、土壌・地下水汚染問題が表面化して社会問題となり、その対策が急がれている。その一例として、ゴミ処理場の跡地地下水が高濃度のアンモニア態窒素で汚染されており、その浄化を検討したものである。

当該地の汚染地下水は、排水基準を超える項目として、浮遊物質（SS）、COD、全窒素が挙げられている。特に全窒素の中でもアンモニア態窒素の割合が極めて高い。そのためアンモニア態窒素の除去を効率的に行えば、全窒素の除去率低下に寄与すると考え、効率的なアンモニア態窒素除去の実験を行った。

2. 原水水質性状

汚染地下水のうち、問題となっている窒素は、以下のとおりである。原水の性状は黄褐色で浮遊物質成分が大量に含まれている。

なお、他の重金属等有害物質は事前調査では認められていない。

Table 1 Quality of raw water

	T-N(mg/l)	NH4-N(mg/l)
原水	250	240

3. 処理方法の検討

原水の濁度が比較的高いため凝集処理の後、砂ろ過により SS の完全な除去による窒素の除去を試みた。処理水の分析結果を Table 2 に示す。

Table 2 Quality of treated waste water (1)

	T-N(mg/l)	NH4-N(mg/l)
砂ろ過処理水	190	150

この結果から、凝集・砂ろ過処理だけでは殆ど窒素が除去できていないことがわかった。また、全窒素のうちアンモニア態窒素の占める割合が非常に高いのでアンモニア態窒素を処理する手法を応用して、本地下水の浄化を行うこととする。ここで目標とされている全窒素は、60 mg/l 以下である。(所在する県の排水基準に準じている)

一般的に知られている高濃度アンモニア態除去法は、アンモニアストリッピング法、不連続点塩素注入法である。その他に森本、湊が開発したゼオライト混液凝集法があり、それぞれについて本件水質の検証をおこなった。

4. 脱窒素処理実験結果

アンモニアストリッピング法

アンモニアリッチ排水のストリッピング処理とは、消石灰等を添加し、pHを上昇させアンモニアガスを放出させる技術である。今回は、アンモニアの濃度が100mg/l以上と高いため、この手法による検討を行った。

処理フローは以下のとおりである。

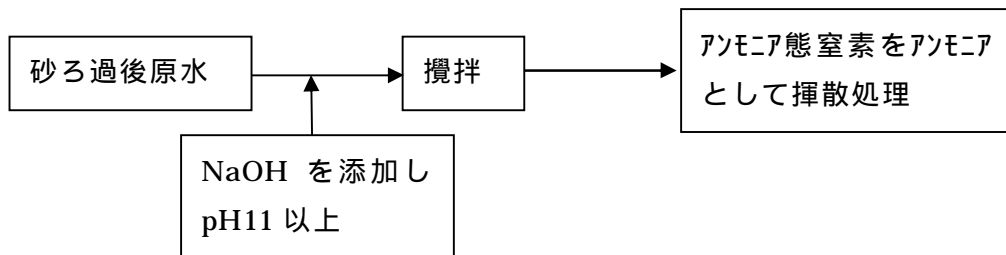


Fig.1 Flow sheet (1)

処理を上記のように行った結果、pHを上昇させて攪拌後10分程度でアンモニア臭気を確認された。臭気を確認されてから、換気を行い1時間程度の攪拌を行った。一時間後の処理水を公定法により分析した。結果は以下のようになった。

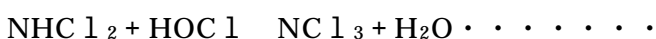
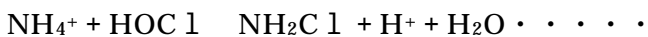
Table 3 Quality of treated waste water (2)

	T-N(mg/l)	NH4-N(mg/l)
アンモニアストリッピング処理後	160	140

臭気は比較的につく、相当量のアンモニアが揮散したと思われたが、実際の除去率は期待した程にはならなかった。また、この手法はアンモニアの臭気が著しく発生するため、臭気対策も講じる必要がある。しかし、対策を講じるのに見合うだけの効果もないために採用は難しいと思われる。

不連続点塩素注入法

アンモニウムイオンを含む水に塩素を加えると、まず次の反応により各種のクロロミンが生ずる。



の反応は速く、瞬間的に完了する。塩素添加量と、アンモニア態窒素の重量比が5までは、大部分の遊離塩素が、 NH_2Cl に変化し、これはさらに塩素により酸化されて、窒素ガスを生ずる。

アンモニアの窒素への酸化は、化学量論的には塩素：アンモニア = 7.6：1の時に達成される。この付近で残留塩素が極小値を示し、この極小を示す点のことを不連続点と呼んでいる。

今回は、塩素：アンモニア = 10：1として添加を行い、酸化の度合を尺度に実験を行った。処理フロー及び実験結果を以下に示す。

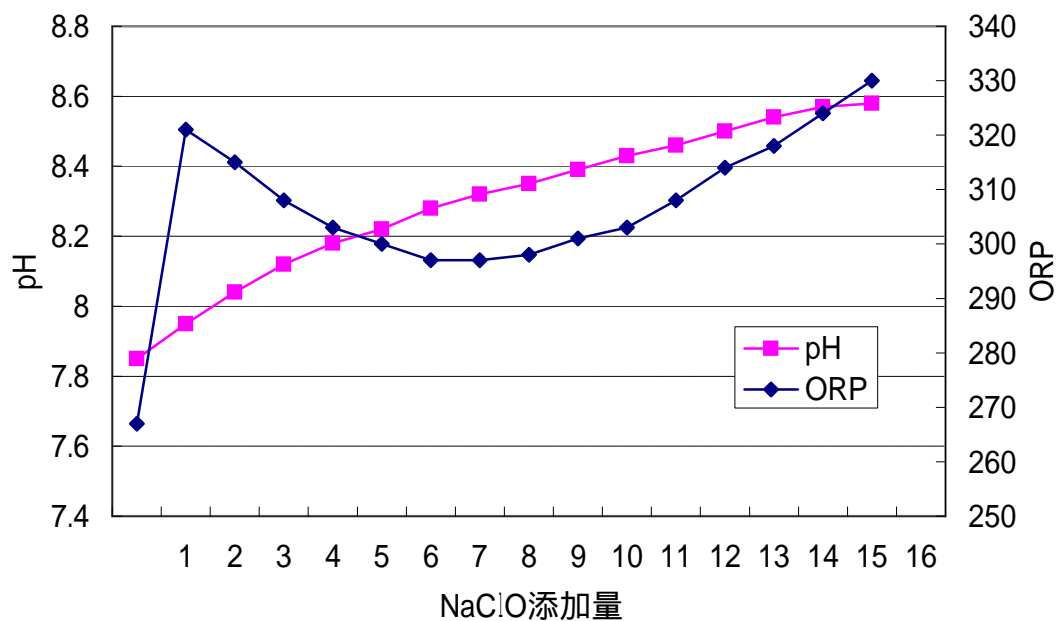


Fig.2 Relationship between pH and ORP by adding NaClO

ただし、この結果からも明確な処理効果は得られなかった。実験結果は以下のとおりである。

Table 4 Quality of treated waste water (3)

	T-N(mg/l)	NH4-N(mg/l)
塩素注入法処理後	180	170

この方式でも、目立った成果は得られなかった。原因としては塩素がアンモニアより先に、有機物の酸化分解に用いられている可能性が考えられる。

ゼオライト混液凝集法

ゼオライト混液凝集法はゼオライトの持つ陽イオン交換能力を利用してアンモニア態窒素の除去を行うものである。能力として、10～20 mg/g のアンモニア吸着能力がある。予備実験を以下のフローで行った。

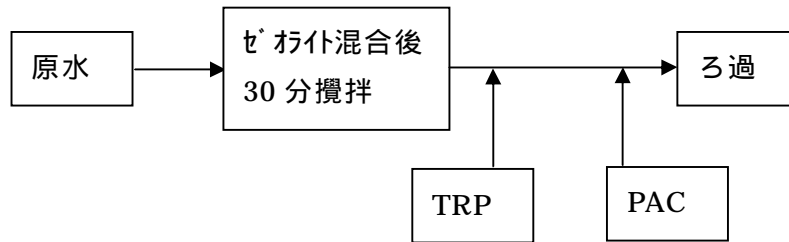


Fig.3 Flow sheet (2)

予備実験では、ゼオライトを 10g/l 添加して処理を行い、原水中のアンモニア態窒素濃度を 240 mg/l 120 mg/l まで除去できることを確認した。この値は、ゼオライトによるアンモニア態窒素の除去能力 100～200 mg/10g と一致することから、添加量を増やすことでアンモニアをさらに除去できないか検討した。また、アンモニア態窒素の除去はアルカリ側に誘導することによってさらにゼオライトの吸着能力を促すことが判明したので、それに従い下記フローで実験を行った。

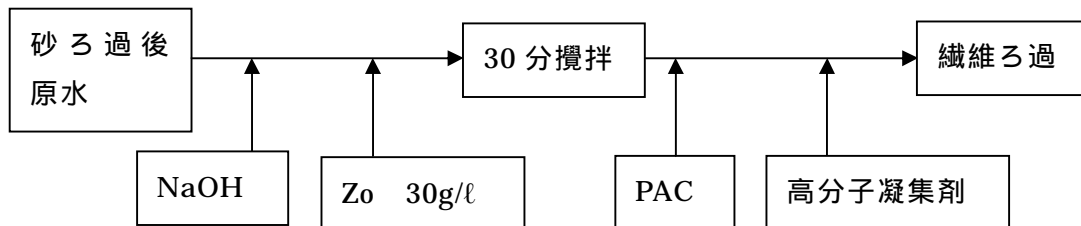


Fig.4 Flow sheet (3)

また、処理後若干の着色成分があったために処理水の活性炭処理を行った。これにより、着色成分(COD)が除去され清澄な処理水となった。

Table 5 Quality of treated waste water (4)

	ゼオライト混液法処理水	ゼオライト混液 活性炭
T-N(mg/l)	28	22
NH4-N(mg/l)	21	18
COD(mg/l)	26(淡黄色)	2(無色)

ゼオライトの添加量を増やすことにより、全窒素の目標値をクリアーすることができた。また、活性炭を用いた処理を行うことで有機物(COD)も大幅に低減することが可能であることがわかった。

5. まとめ

本実験では、地下水中に高濃度に存在するアンモニア態窒素を除去するための様々な実験を行った。原水を汲み上げた場所は、以前ゴミ処理場であることから有機体が分解した後のアンモニア態窒素が主な成分として占めていたと考えられる。アンモニア態窒素は、硝酸態・亜硝酸態窒素と異なり物理化学処理で比較的簡単に処理が可能である。しかしながら今回の実験で、通常アンモニア態窒素の処理に用いられている代表的な手法を用いたが、結果的にはゼオライト混液凝集法が、管理面の容易さ・除去効率から最も優れていると判断された。

本実験で行った水処理の結果一覧を以下に示す。

Table 6 Result of all experimentation

	T-N(mg/l)	NH4-N(mg/l)
原水	250	240
砂ろ過	190	150
不連続点塩素処理	180	170
アンモニアストリッピング	160	140
ゼオライト混液(10g/l)	130	120
ゼオライト混液(30g/l)	28	21

ゼオライト混液凝集法は、ゼオライトの持っている陽イオン交換吸着能力を利用したもので、土壌改良などにも用いられている手法である。二次公害を起こさない環境にやさしい手法で今回のアンモニア態窒素の処理ができたことは、今後水処理を行う上で非常に有用な示唆を与えてくれたように思われる。

参考文献

ゼオライト混液法による脱窒素、脱リン技術 森本辰雄・湊秀雄
物理および化学的水処理技術と装置(下)P.108、P.116