

汚泥乾燥工程廃水の生物学的硝化

京都大学工学部 学生員 西村 文武
 京都大学工学部 正会員 宗宮 功
 京都大学工学部 正会員 津野 洋
 京都大学工学部 学生員 高原 伸兒

1. はじめに

汚泥処理法のひとつとして溶融法が処理汚泥の減容化、スラグの資源化等の利点で検討されつつある。溶融法では前処理として脱水汚泥の乾燥工程があり、乾燥器内で汚泥中のアンモニア性窒素や有機酸が気化し廃ガス中に混入するために、その廃ガス処理を行う際に有機物ならびにアンモニア性窒素を高濃度に含有する廃水が生じることになる。この廃水は高濃度であるためにその適切な処理は汚泥処理プロセス上、ひいては汚水処理上重要でかつ必要な課題となっている。

本研究では、この廃水（以降乾燥工程廃水とする）中のアンモニア性窒素の硝化を行うため、生物学的硝化活性に対する阻害性の把握とその硝化阻害性除去法として活性炭処理を試み、その除去特性の把握と、活性炭を用いた流動床型反応器による乾燥工程廃水の連続処理の可能性についての検討を行った。

2. 乾燥工程廃水の硝化阻害性と活性炭による阻害除去効果

本研究で対象とした乾燥工程廃水はH処理場内の汚泥乾燥工程での廃ガス洗浄スクラバー廃水である。その平均的な水質を表-1に示す。

表-1 乾燥工程廃水の水質

水質項目	濃度
NH_4^+-N	100~600 mgN/L
NO_2^--N	0~1 mgN/L
NO_3^--N	0~5 mgN/L
T-N	110~650 mgN/L
DOC	120~1200mgC/L
BOD	300~3000mg/L
7日カルシ度	400~2000mg/L
pH	8.5~9.5

2-1 実験方法

乾燥工程廃水を3L入れた容器を5セット用意し、各々に平均粒径0.9-1.1mmの粒状活性炭 FILTRASORB 400（東洋カルゴン社製）を投入率0~2.5 gGAC/Lの範囲で所定量投入し、ジャーテスターを用いて3時間混合攪拌させることで活性炭吸着処理を行う。活性炭処理後、各ケースの乾燥工程廃水を1μmのメンブランフィルターで濾過する。この濾過水を回分式反応器に移し、あらかじめ人工廃水を用いて潜在的硝化活性を測定した硝化菌付着ポリウレタンフォームを体積充填率が約10%となるように各々の反応器に投入し約12時間硝化を行わしめ、酸化態窒素濃度の経時変化を測定することにより各活性炭処理水での硝化活性を調べ、潜在的硝化活性との比較により硝化阻害と阻害除去性を把握した。反応器は曝気を行うことにより好気性状態を保持するとともに槽内の混合を行った。

乾燥工程廃水での硝化活性測定後、各反応器中の硝化菌付着ポリウレタンフォームを再び人工廃水中に移し、この場合における硝化活性を測定し、阻害物質が除去された時の硝化活性回復状況についても把握することにした。以上の実験は20℃に保たれた恒温室内において行った。

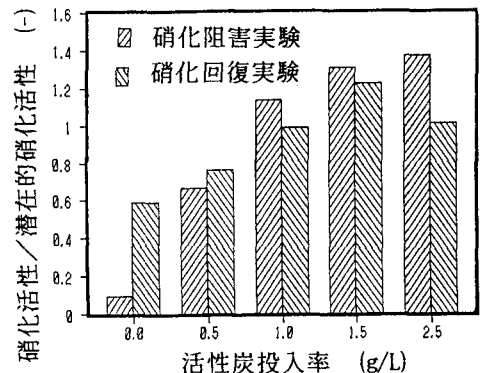


図-1 各実験、各活性炭投入率における硝化活性/潜在的硝化活性の値

2-2 実験結果

図-1に各々のケースにおける乾燥工程廃水処理時とその後の人工廃水中での活性を示す。この廃水には硝化阻害物が混入していること、ならびに活性炭投入率が大きくなるほど硝化活性は潜在的硝化活性に近くなる、すなわち硝化阻害が除去されることが示されている。活性炭投入率が1 gGAC/L以上の時に硝化阻害はほぼ除去される結果となった。乾燥工程廃水との接触後の人工廃水中での硝化菌付着ポリウレタンフォームの硝化活性は、乾燥工程廃水処理時に受けた硝化阻害が大きいほど小さくなる傾向はみられたものの各ケースともに硝化活性は回復することが示され、乾燥工程廃水による硝化阻害は阻害物質が除去されると活性の回復が可能な一過性のものであると考えられた。また他の実験によりこの硝化阻害はDOCの生物分解にともない消去されることから生物分解性があることも示され、乾燥工程廃水の連続処理には活性炭吸着能の生物学的再生が可能な活性炭を微生物付着担体とする生物活性炭処理法が有効であると考えられる。

表-2 運転条件

日数	HRT (日)	負荷率 mgN/gA.C.・日
0~25	1.5	<0.54
26~38	1.5	<0.30
52~61	1.1	<1.0

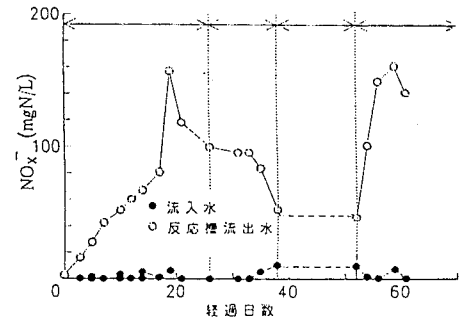
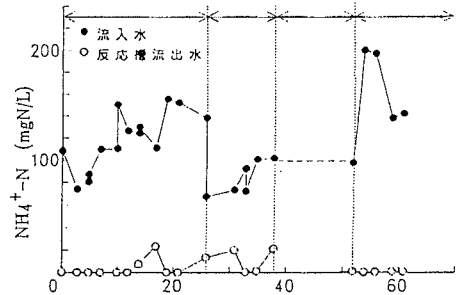


図-2 アンモニア性窒素、酸化態窒素の経時変化

3. 粒状活性炭流動床型パイロットプラントを用いた連続処理

3-1 実験方法

用いた反応器は容量87.5 Lの縦型の反応器で、これに前述の粒状活性炭7 kgを投入し、反応槽上部から反応槽内の液を引き抜き、底部に循環させることにより反応槽内で活性炭を膨潤・流動させることにし、かつ槽内を完全混合状態となるようにした。また反応槽内には曝気装置、ヒーター並びに、pHコントローラーを設置し、槽内を好気性条件にするとともに、pHの制御が可能ないようにした。反応槽内は30℃になるように設置した。HRT、アンモニア性窒素負荷率の操作条件と運転期間は表-2に示す。

3-2 実験結果

図-2に処理水中のアンモニア性窒素、酸化態窒素の経時変化を示す。実験開始直後から硝化が良好になされ、硝化阻害が発現することなく廃水中のアンモニア性窒素の処理がなされていることが示されている。全実験期間におけるアンモニア性窒素の負荷率と硝化速度の関係を図-3に示す。負荷率が0.8 mgN/gGAC・dayの範囲内では流入アンモニア性窒素をほぼ完全に硝化しうることが示されている。

4. まとめ

乾燥工程廃水には硝化阻害性が見られるが、この阻害は生物処理あるいは活性炭処理を行うことにより除去可能であること、また一過性のものであることが示され、硝化阻害を除去し連続処理を行う上では活性炭の吸着能の生物学的再生が可能な生物活性炭処理法が有効であり、また粒状活性炭を微生物付着担体として用いた流動床型反応器による連続処理において負荷率が0.8 mgN/gGAC・dayの範囲内では流入アンモニア性窒素をほぼ完全に硝化しうることが示された。

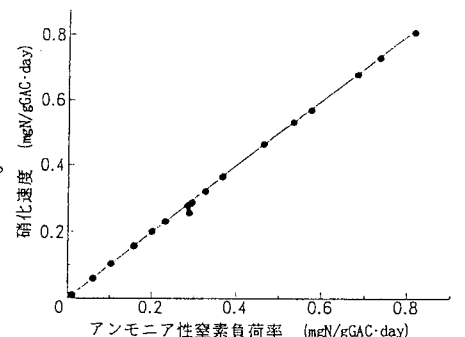


図-3 アンモニア性窒素の負荷率と除去速度の関係