

汚水浄化処理における温室効果ガス削減技術

岡山県農林水産総合センター 畜産研究所 環境研究グループ

1. 汚水浄化処理水中の窒素について

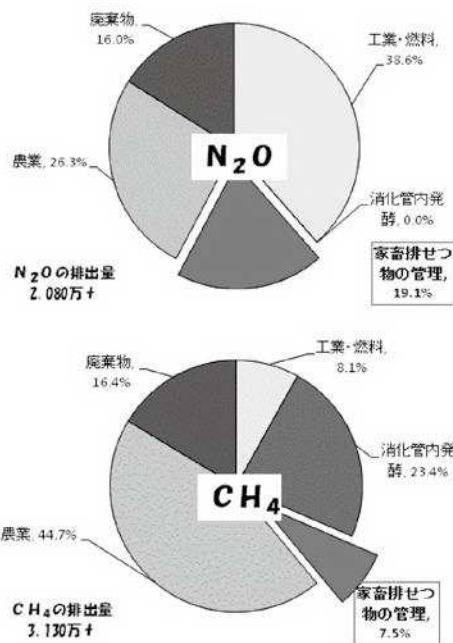
家畜ふん尿中に含まれている窒素は、作物等にとって非常に重要な成分ですが、浄化処理が難しく河川の富栄養化、地下水汚染などの原因となります。

この対策のひとつとして、当所では農研機構畜産研究部門と共同で、現状の浄化処理施設をほとんど変更することなく窒素の削減が可能な炭素繊維の実証試験に取り組んでいます。この試験結果については、2017年1月号（岡山県畜産協会 <http://okayama.lin.gr.jp/tikusandayori/1701/1701.pdf>）でも紹介しましたが、浄化処理に炭素繊維を利用すると排水中の窒素削減に加え、温室効果ガスの削減も図れる一石二鳥の技術です。

2. 温室効果ガスについて

近年の温室効果ガスの増加は、気温の上昇や集中豪雨等による農作物への被害はもちろんのこと人的な被害も与えており、その対策が急務となっています。特に、この100年で世界の気温は0.85℃上昇しており、今後何も対策を行わないと2100年には1986～2005年平均に対し最大4.8℃上昇するとされています。

我が国の2015年度の温室効果ガス排出量は13億2500万tでそのほとんどを二酸化炭素（CO₂）が占めており、世界第5位の排出国です。温室効果ガスのうち家畜排せつ物管理に関係するのは一酸化二窒素（N₂O）とメタン（CH₄）です。N₂OはCO₂の298倍、CH₄は25倍の温室効果があり、家畜排せつ物管理からの排出量はN₂Oの19.1%、CH₄の7.5%を占めています（図1）。特に温室効果の高いN₂Oは浄化処理での排出量が多いとされており、畜産経営においても将来を見据えた削減対策が必要と考えます。



2015年度のGHG総排出量 13億2,500万t
・G10日本国温室効果ガスインベントリ報告書2017のデータを元に作成

図1 温室効果ガス排出量

3. 炭素繊維を担体として用いた削減技術

温室効果の高いN₂Oの排出原因のひとつとして、硝酸態窒素の蓄積が指摘されています。この窒素は、有機物存在下で嫌気状態になると窒素ガスとして放出されます。

そこで、曝気槽の中に嫌気部分を作るため、水中で大きく広がって繊維表面に生物膜とよばれる微生物の塊が多くできる炭素繊維をろ材（担体）として用いました。そうすることで、塊の内部にたくさんの嫌気部分ができ、窒素ガスとして大気中に放出され、蓄積を防ぐことができます（図2）。

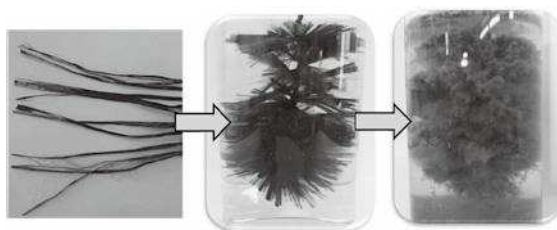


図2 炭素繊維（水中で広がり微生物が付着）

試験に使用した炭素繊維は軽くて強く、耐摩耗性、耐熱性、熱伸縮性等に優れています（JCMA炭素繊維協会、<http://www.carbonfiber.gr.jp/material/index.html>）。直径は約7 μm で毛髪の1/10、他のろ材に比べ微生物の付着性がよく生物膜が厚くなるので嫌気部分が多くなりより効率的に脱窒されます。この結果、 N_2O が削減され、前回報告したように排水中の窒素も削減されます。

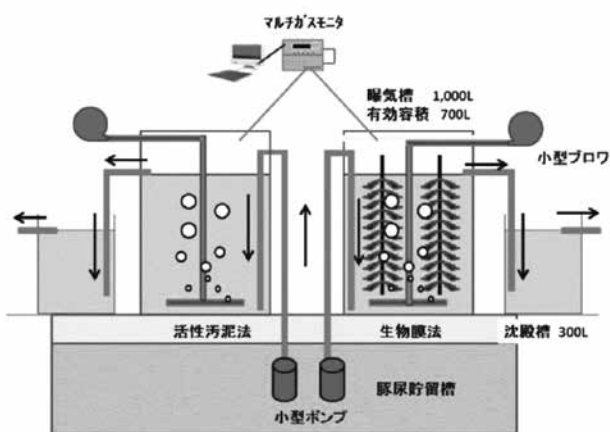


図3 試験装置

試験は、容積 1m^3 の角型容器で作成した活性汚泥曝気槽の中に炭素繊維を浸漬 ($40\text{g}/\text{m}^3$) しました（このような方法を活性汚泥法に対して生物膜法とよびます）。そして、浸漬していない活性汚泥法と N_2O の発生量を比較しました（図3）。

いずれの場合も、 N_2O の排出は常時認められましたが、その濃度には差がありました。活性汚泥法では濃度が高く、 50ppm を超えることもありましたが（図4）。また、極めて低い濃度での排出が数日間認められた後、多量に排出される傾向も見られました。一方、炭素繊維を用いると、常に

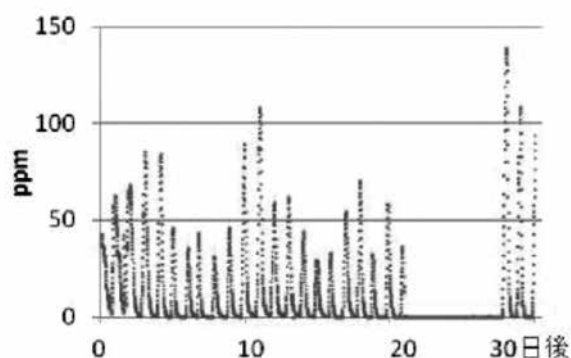


図4 N_2O 濃度の推移(活性汚泥法)

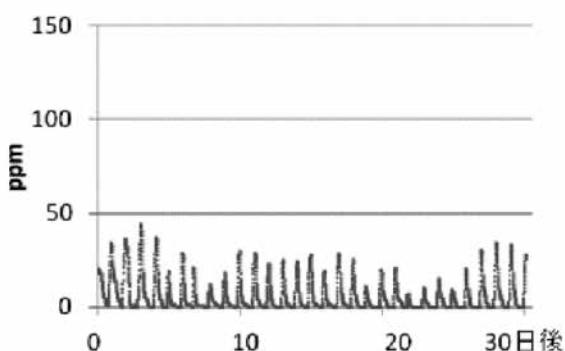


図5 N_2O 濃度の推移(生物膜法：炭素繊維)

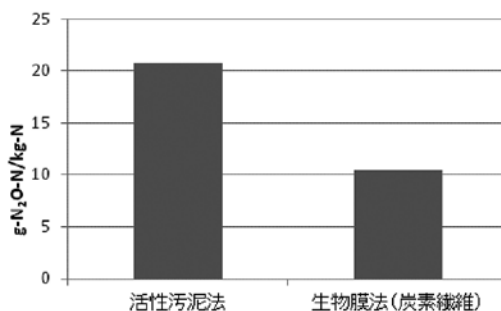


図6 N_2O 排出量の比較

50ppm 以下で推移（図5）していました。

排出量を比較すると、活性汚泥法では投入原水に含まれる窒素 1kg 当たり 20.8g が N_2O として排出されましたが、炭素繊維を用いると 10.5g となり、削減効果は 50% と高い結果が得られました（図6）。

このように、今回の試験で高い削減効果が得られたことから、現在は本技術の普及を目指し、農林水産省の「委託プロジェクト研究」により実規模施設の曝気槽内に炭素繊維を浸漬して試験を実施しています。

（白石 誠）