

水環境中の遺伝毒性を示す芳香族アミン類の化学酸分解に関する研究

アイサワ工業(株) 正員 ○吉澤友幸
岡山大学環境理工学部 正員 小野芳朗

1. はじめに

都市域を中心として、水需要の増大に伴う下水処理水の再利用や、上流域の開発による水資源の実質的な繰返し利用が余儀なくされている。このような場合、処理水中に残存する微量有機物の人体や水環境に与える影響が評価されねばならない。近年、環境水の安全性の複合影響評価の一環として、遺伝毒性試験などが行われ、広範な環境試料に毒性が検出されている。環境試料の遺伝毒性の検出にとどまらず、それらが化学分解するかどうか対策を含めた毒性評価が必要と考えられる。

本研究では、都市から排出される人間の食品由来の発ガン性ヘテロサイクリックアミン由来の毒性の検出、また遺伝毒性を有する物質の制御として化学酸分解による処理効果を検討した。

2. 研究方法

生物処理を経た後のし尿処理場試料をブルーコン濃縮、遺伝毒性試験（umu-testNM2009 株）により多環芳香族アミン由来の毒性の検出を試みた。次に試料を紫外線、光酸化触媒、オゾンを用いて化学酸分解し、遺伝毒性試験によりその処理効果を検討した。また、高速液体クロマトグラフィー（HPLC）分画、分析を行い処理水中に含まれているヘテロサイクリックアミンの一種である Trp-P-2 の挙動を検討した。

3. し尿処理場の遺伝毒性検出結果

NM2009 株のみを用いた遺伝毒性結果を図1に示す。図中の横軸は umu-test の反応菌液に投与する試料の希釈率で、縦軸は芳香族アミンに高感度を示す NM2009 株の β -galactosidase 活性値である。希釈率1倍で高い活性値がありメタノール抽出により毒性が示されている。このことによりし尿を生物処理した後でも多環芳香族アミンが残存していることが示唆された。

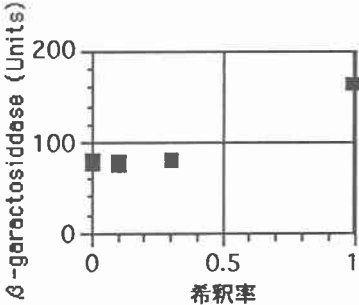


図1 し尿処理水（メタノール抽出）NM2009株での遺伝毒性結果

4. し尿処理水中の遺伝毒性物質の化学酸分解結果

し尿処理場の生物処理水にはまだ Trp-P-2 などのヘテロサイクリックアミンが残存し遺伝毒性が示されたので、化学酸分解により分解除去しようと試みた。遺伝毒性結果の図で縦軸は NM2009 株と NM2000 株の β -galactosidase 活性値の差であり、HPLC 結果の図で縦軸はし尿処理水中に含まれていた Trp-P-2 の濃度である。図2にオゾンによる分解の遺伝毒性結果を示すが5分、10分、15分となるにつれて毒性が顕著に減少している。図3に紫外線と二酸化チタンによる光酸化分解の遺伝毒性結果を示すが、0分、60分、180分と処理を行い60分間程度で毒性は急激に消失しており、図4の HPLC 結果では Trp-P-2 も分解していることが分かる。図5に紫外線とオゾンによる分解の遺伝毒性結果を示すが、3分、9分、15分と処理を行い15分間処理後には3分間処理の活性値より約50%除去されており、図6の HPLC 結果では3分間処理で急激に Trp-P-2 が減少している。

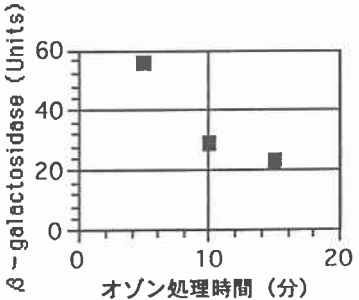


図2 オゾン分解による遺伝毒性結果

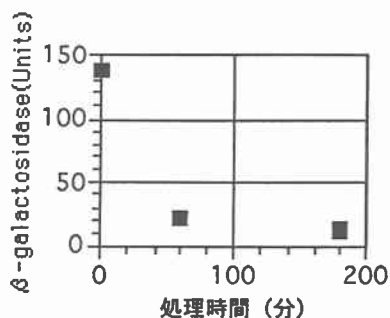


図3 紫外線と二酸化チタン分解による遺伝毒性結果

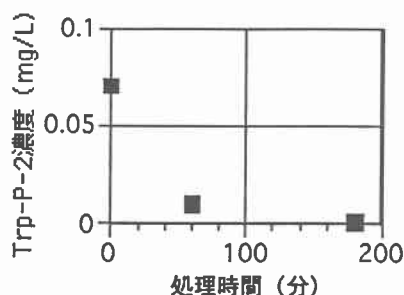


図4 紫外線と二酸化チタン分解によるHPLC結果

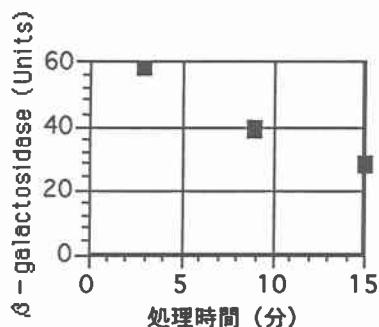


図5 紫外線とオゾン分解による遺伝毒性結果

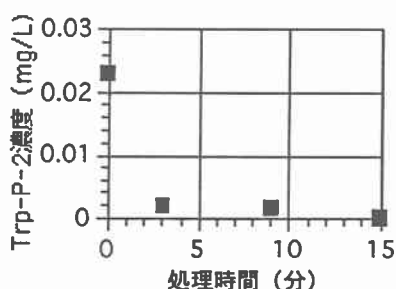


図6 紫外線とオゾン分解によるHPLC結果

以上の実験事実より、茶色に着色しているし尿の生物処理水中に残存している発ガン性のヘテロサイクリックアミンの一種である Trp-P-2 は、化学酸化で分解できることが分かったが紫外線に併用する処理法の場合、オゾンガスの効果が顕著であることが推察され、難分解性有機物へのオゾンによる易分解化の効果が大きいことが定性的に知ることができた。

5. 結論

- 1) し尿の生物処理水中に残存しているヘテロサイクリックアミン Trp-P-2 は、数十 $\mu\text{g/l}$ の濃度であった。
- 2) オゾンによる分解ではし尿処理水の毒性を 1/5 分程度で低減することができた。
- 3) オゾンよりも強い酸化力があると予想される紫外線と二酸化チタンによる光酸化分解ではし尿処理水の毒性、及び処理水中に含まれている Trp-P-2 濃度を顕著に減少することが分かった。
- 4) 紫外線とオゾンによる分解では短時間でし尿処理水の毒性、及び Trp-P-2 濃度を低減することができた。

参考文献 小野芳朗、宗宮功 下水処理水中難分解性有機物の遺伝毒性に関する研究、下水道協会誌論文集、Vol.30、No.357、92～98