

## 論文の内容の要旨

論文題目 排水のオゾン処理における  
細胞毒性の変化に関する研究

氏 名 金 範 洙

水処理プロセス内で変化する毒性の評価へのバイオアッセイの適用はもっと安全な水質管理・水源確保につながると考えられ、水処理の中で物質変化が激しくおこる酸化処理にバイオアッセイを適用し、処理による物質・毒性の変動を数理モデルで既述し、処理条件などによる毒性削減を予測する手法を提案した。バイオアッセイ手法の導入のため種々の農薬のオゾン処理における毒性変動測定の結果から、ヒト細胞毒性試験の導入によりもっと信頼できる毒性が評価できる結果が得られ、細胞毒性試験を毒性評価

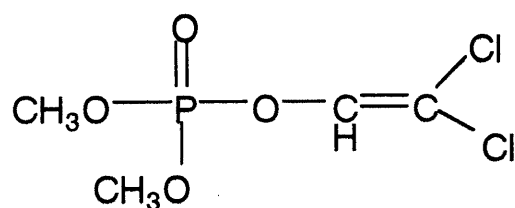


図 1 DDVP の分子構造。

手法として導入した。処理対象水としては有機リン系農薬のひ

とつである DDVP と埋立地浸出水をのオゾン酸化処理のモデルケースとした。DDVP 原体は低濃度オゾン、酸性条件下で完全に分解されたが、オゾン直接反応で炭素二重結合の単離から予想される炭素 1 分子と  $\text{Cl}^-$  2 分子だけが検出された。細胞毒性は原水の半分までしか削減できなかったため、 $\text{PO}_4^{3-}$  含有分解中間体を DDVP' とした。DDVP' は OH ラジカル反応で更に分解されたが、DDVP' から炭素 1 分子が除去され、毒性がその半分になった分解中間体 DDVP'' を経て、 $\text{PO}_4^{3-}$  の単離と共に完全に分解された。次に、これら原体と分解中間体の分解・生成は、簡単な数理モデルによって良好に記述された。また、その 3 成分からの毒性の寄与を総合して総括毒性を表現したところ、その消長をある程度正確に記述することができた。さらに、これらの数理モデルを用いて、現実的に問題となる DDVP の基準値近傍での毒性削減過程において、オゾン濃度や処理水の pH、オゾン処理時間などの操作パラメータの総括毒性の削減への影響を予想することができた。提示した方法論は、処理対象水と排出基準毒性とが与えられた場合において、毒性低減効果を指標とした処理プロセス選定やその操作条件の最適化を行う場合に広く役立つと期待された。埋立地浸出水に対して模擬的なオゾン処理を行った結果、オゾン処理により毒性は増加した。毒性同定評価のため分子量分画を行い 300 分オゾン処理で生成された強い毒性を示す低分子分画はホルムアルデヒドと判明された。また、その低分子分画除去時の毒性が予測・実測され、未知毒性原の除去判断に細胞毒性試験の応用可能性が得られた。原水の毒性を表す物質群を L、処理初期段階に生成される毒性物質群を L'、そして処理後期にホルムアルデヒドで現れる物質群を L'' に想定し、この 3 物質群が酸化処理で変化する数理モデルを構築し、全体の濃度変化が既述できた。その 3 物質群が

らなる総括の毒性も良好に既述された。更にこれらの数理モデルを用いて、原水の濃度とオゾン濃度の変化による総括の毒性削減過程が予測された。この研究で得られた手法は既存の排出管理手段に加えより適切な処理プロセスの選定や操作条件の設定等への寄与が期待された。オゾン吸着剤を用いた新規の処理プロセスについて、この研究で得られた数理モデルを活用し、包括的毒性削減の観点から最も効果的なプロセスが設計・提案された。