

浄水消毒工程におけるヒトサポウイルスの未知動態の解明

北海道大学 大学院工学研究院 白崎伸隆



1. 研究目的

ヒトサポウイルスは、水系感染症の主要な原因ウイルスの一つであるにも関わらず、最近までヒト体内以外での効率的な培養法が未確立であったことから、浄水処理、特に、浄水消毒工程における不活化特性はほとんど明らかになっていない。そこで、本研究では、2020 年に見出されたヒトサポウイルスの汎用細胞増殖系を基に我々の研究グループが構築したヒトサポウイルスの高濃度精製溶液の調製法及び感染力評価法である ICC-PCR 法を駆使することにより、ウイルスの消毒効果が期待できるオゾン処理におけるヒトサポウイルスの不活化特性を詳細に把握することを目的とした。

2. 研究方法

約 20℃ に調整した pH 7.0 のリン酸バッファーに、ヒトサポウイルス (GV.1 型 D3302 株) の高濃度精製溶液を添加したものを実験原水とし、初期オゾン濃度が 0.2 mg-O₃/L 程度になるように高濃度オゾン溶液を添加した。オゾン添加前の原水に加え、オゾン添加後の処理水を経時的に採水し、それぞれの試料水中の感染力を有するウイルス濃度を ICC-PCR 法にて測定することにより、オゾン処理におけるヒトサポウイルスの不活化率を算出した。また、それぞれの試料水中のウイルス遺伝子濃度を PCR 法単独、並びに光反応性色素を用いた前処理と PCR 法を組み合わせた PMAxx-PCR 法にて測定することにより、オゾン処理におけるウイルス遺伝子の損傷による低減率、更には、ウイルス外殻タンパク質の損傷とウイルス遺伝子の損傷による低減率を算出した。

3. 研究成果

水温 20℃、pH 7.0 のオゾン処理におけるヒトサポウイルスの不活化率を ICC-PCR 法にて評価したところ、接触時間 3 s 後、すなわち、CT 値約 0.5–0.6 mg-O₃·s/L において、3.7–4.4 log 不活化することが確認された。従って、米国環境保護庁が示すウイルスの 4 log 不活化に必要な CT 値 30 mg-O₃·s/L により、ヒトサポウイルスの 4 log 不活化は十分に達成可能であると判断された。オゾン処理におけるウイルス遺伝子の損傷の程度、更には、ウイルス外殻タンパク質の損傷の程度を PCR 法単独、並びに PMAxx-PCR 法にて評価したところ、CT 値約 0.4–0.7 mg-O₃·s/L において、PMAxx-PCR 法にて評価した低減率と PCR 法単独にて評価した低減率の間に差異が確認されたことから、オゾン処理により、光反応性色素が透過可能な程度のウイルス外殻タンパク質の損傷が生じたことが示唆された。しかしながら、PMAxx-PCR 法にて評価した低減率は、ICC-PCR 法にて評価した不活化率に比べて 2 log 程度低い値となったことから、オゾン処理によるヒトサポウイルスの不活化は、遺伝子の損傷や光反応性色素が透過可能な程度の外殻タンパク質の損傷のみでは説明できないことが明らかとなった。

4. まとめ

水温 20℃、pH 7.0 のオゾン処理において、ヒトサポウイルスは、CT 値約 0.5–0.6 mg-O₃·s/L で 3.7–4.4 log 不活化することが確認された。また、オゾン処理による不活化は、遺伝子の損傷や光反応性色素が透過可能な程度の外殻タンパク質の損傷のみでは説明できないことが明らかとなった。