

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	環境水中における塩素消毒後の大腸菌の再増殖に関する評価とモデリング
Title(English)	Assessment and modeling of the regrowth of Escherichia coli in environmental water after chlorine disinfection
著者(和文)	WANGManna
Author(English)	Manna Wang
出典(和文)	学位:博士(学術), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11853号, 授与年月日:2022年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:吉村 千洋,鼎 信次郎,藤井 学,中村 隆志,中崎 清彦,宮永 一彦
Citation(English)	Degree:Doctor (Academic), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11853号, Conferred date:2022/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名		WANG MANNA	
		氏名	職名		氏名	職名
論文審査 審査員	主査	吉村 千洋	准教授	審査員	中崎 清彦	教授
	審査員	鼎 信次郎	教授		宮永 一彦	准教授
		藤井 学	准教授			
		中村 隆志	准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Assessment and modeling of the regrowth of *Escherichia coli* in environmental water after chlorine disinfection (環境水中における塩素消毒後の大腸菌の再増殖に関する評価とモデリング)」と題し、英文により6章で構成されている。生活排水は病原微生物や抗生物質耐性菌などを含むため、水環境や水の再利用における健康リスクを十分に低減するために、水処理に消毒工程が組み込まれている。しかし、消毒後の処理水において細菌の再増殖が報告されており、このような再増殖過程の詳細な評価・予測が求められている。そこで、本研究は塩素消毒後の環境水における大腸菌の再増殖過程を評価し、モデル化することを目的とした。本論文は以下のように構成されている。

1章「Introduction (序論)」では、微生物リスクに関する社会的課題および消毒後の再増殖の課題を整理した上で、本論文の目的、意義、構成を述べている。

2章「Regrowth of bacteria after disinfection: current knowledge and future prospects (消毒後の細菌の再増殖: 現在の知見と将来の展望)」では、細菌の再増殖のメカニズム、再増殖の評価方法、再増殖過程に影響する因子を整理しており、研究課題と今後の展望をまとめている。

3章「Novel fluorescence-based method for rapid quantification of live bacteria in river water and treated wastewater (河川水や下水処理水に含まれる生菌を迅速に定量するための蛍光に基づく新規手法)」では Live/Dead Kit (SYTO 9 とヨウ化プロピジウム) を用いた蛍光分光法による環境水中の生菌 (培養不可能な生菌 (VBNC 状態) を含む) の定量法を提示している。励起波長 470 nm、蛍光波長 500~510 nm での SYTO 9 の発光ピーク面積は生菌数と線形関係にあり ($R^2 > 0.99$)、この方法により、生理食塩水、河川水、下水処理水に含まれる大腸菌を $3.7 \times 10^4 \sim 2.7 \times 10^7$ cell/mL の範囲で定量できることを示した。また、本手法は簡便かつ迅速であり、消毒実験、抗菌剤感受性試験、細菌のリアルタイムモニタリングなどへの応用が期待される。

4章「Assessment of the regrowth of *E. coli* in environmental water after chlorine disinfection (環境水中における塩素消毒後の大腸菌の再増殖に関する評価)」では、生理食塩水、河川水、下水処理水を対象として塩素消毒を行い、3章で開発した蛍光に基づく生菌の定量方法と一般的な培養方法を組み合わせることで、消毒後の大腸菌の再増殖を評価している。初期遊離塩素 0.2 mg/L 以上で大腸菌の 99.95% 以上は VBNC 状態に移行し、塩素濃度が高い程、移行速度が早いことが示された。そして、塩素消毒後の 3 日間において生菌数は安定していたが、培養可能な大腸菌は消毒前の濃度に比べて最大 30% まで増加し、生理食塩水や河川水に比べて下水処理水における回復率が高かった。また、塩素消毒後の主な再増殖プロセスは、大腸菌が VBNC 状態から再活性化することであると結論付けている。

5章「Modeling of the regrowth of *E. coli* in environmental water after chlorine disinfection (環境水中における塩素消毒後の大腸菌の再増殖に関するモデリング)」では、4章の実験結果に二次再増殖モデルを適用し、塩素消毒した後の大腸菌の再増殖に対する最大残存率と最大増殖速度を定量している。その結果、二次再増殖モデルは実験データによく適合し ($R^2: 0.73 \sim 1.00$, 中央値 0.99)、適用塩素量 (Dose) の増加 (0.07~3.08 mg-Cl₂ min/L) が最大残存率と最大増殖速度を効果的に制限すること、また、初期塩素濃度および対象水の種類もそれらに影響することを定量評価している。そして、消毒・再増殖統合モデルの枠組みを提案し、塩素消毒および再増殖条件に基づき再増殖プロセスを予測するツールとなり得ることを示した。

6章「Conclusions and Recommendations (結論および提言)」では、本研究の総括を行うとともに今後の研究の方向性を示している。

以上を要するに、本研究は環境水中の生菌を定量する蛍光分光法を提示し、その手法を用いて塩素消毒後の大腸菌の再増殖プロセスの解明・モデル化を行った。本研究の成果は病原微生物および実際の処理水への応用が期待される。よって、本論文は博士論文 (学術) として学術的・工学的に十分に価値があるものと認められる。

注意: 「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチポジトリ (T2R2) にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。