

審査の結果の要旨

氏名 小熊 久美子

本論文は、ULTRAVIOLET INACTIVATION AND REPAIR OF HEALTH-RELATED MICROORGANISMS IN WATER（水中の健康関連微生物の紫外線不活化と回復）と題し、水の紫外線消毒における微生物の不活化効果とその後の光回復に関する研究をまとめたものである。14章から構成されている。

第1章「Research Objective and Strategy」では、紫外線を用いた水処理に関するこれまでの歴史と日米欧における現況、および、その長所について説明している。とりわけ、塩素耐性の強いウイルスや寄生虫オーシストに対して紫外線処理が優れた消毒効果を示すとの知見、および、紫外線照射装置の性能向上による経済的メリットから、積極的に紫外線消毒を採用する動きがあることを説明している。一方で、紫外線で不活化された微生物が光回復などにより生残性を取り戻す現象について説明し、紫外線消毒に関する研究の必要性を示している。

第2章「Biological Background and Literature Review」では、光の生体影響とその作用機序について、先行研究をまとめている。短波長の紫外線（UV-C および UV-B：200-320nm）は生物の核酸塩基上にピリミジン二量体などの損傷を生成し、長波紫外線 UV-A(320-400nm)は活性種を生成して生体に影響する。一部の生物は、短波長紫外線による核酸損傷を修復することが知られており、光依存性の光回復について説明している。

第3章「Engineering Background and Literature Review」では、紫外線処理の水処理への適用について取りまとめている。低圧水銀ランプおよび中圧水銀ランプを用いた紫外線消毒装置について、欧米での上水道および下水道における適用例を中心に述べている。また、塩素消毒と紫外線消毒を様々な角度から比較して論じている。

第4章「Terminology for Inactivation and Repair」では、本論文で用いられている用語について説明している。

第5章「Methodology」では、研究で用いた実験方法を説明している。核酸塩基上のピリミジン二量体を定量する手法であるエンドヌクレアーゼセンシティブアッセイ（ESS）法、紫外線線量率の測定法およびその他の実験方法について説明している。

第6章「UV Inactivation, Photoreactivation and Dark Repair of *Escherichia coli* and *Cryptosporidium parvum*」では、クリプトスポリジウムおよび大腸菌の紫外線による不活

化とその光回復について、ESS 法および培養法によって実験的に調べた結果をまとめている。クリプトスポリジウムはピリミジン二量体を修復するものの感染力を回復しないことを明らかにした。

第7章「Photoreactivation of *Escherichia coli* Subsequent to Low- or Medium-pressure UV Lamp Disinfection」では、低圧水銀ランプと中圧水銀ランプを光源とした紫外線消毒における光回復について調べた結果をまとめている。大腸菌を用いた場合、中圧水銀ランプを用いて 99.9%不活化した場合には光回復が見られず、低圧紫外線と異なることを示した。

第8章「Spectral Sensitivity of *Escherichia coli* in UV Inactivation and Photoreactivation」では、紫外線の異なる波長とその不活化効果およびその後の光回復について調べている。紫外線を波長分画するフィルターを用い、中圧ランプを光源とした不活化およびその後の光回復について、ESS 法および培養法の結果を定量的にまとめている。

第9章「Photoreactivation and Dark Repair of *Legionella pneumophila* Subsequent to Low- or Medium-pressure UV Lamp Disinfection」では、低圧ランプおよび中圧ランプを用いたレジオネラの不活化およびその後の光回復について実験結果をまとめている。ESS 法と培養法を用いて評価した結果、大腸菌とは異なり、レジオネラは中圧紫外線で不活化された後にも光回復能を有することを示した。

第10章「Comparison of *E. coli*, *L. pneumophila* and *C. parvum* in Respect of UV Inactivation, Photoreactivation and Dark Repair」では、大腸菌、レジオネラおよびクリプトスポリジウムの紫外線による不活化およびその後の回復について考察している。ESS 法では暗回復が見られるのに対して培養法では暗回復が見られないことについて説明を与えている。

第11章「Repressive Effects of Yeast Extract on Photoreactivation of *Escherichia coli*」では、酵母エキスによる光回復の抑制効果について記している。特に、分子量 1000 から 3500 の分画に含まれる物質が、ピリミジン二量体の修復は阻害しないものの光回復を抑制していることを示した。

第12章「Potential Photoreactivation of *Escherichia coli* in River Water」では、河川水中における大腸菌の光回復のポテンシャルについて考察を加えている。実河川水を用いた大腸菌の不活化および回復実験を行い、実河川水中では緩衝液を用いた実験系で観察されるほどの光回復は生じないことを指摘した。

第13章「Conclusions and Suggestions」では、本研究で得られた結論をまとめている。

第14章「Considerations for Future Work」では、本研究の成果について留意すべき点と今後の課題について述べている。

以上のように本論文は、水の紫外線消毒における微生物の不活化効果とその後の光回復を定量的に評価したものであり、都市環境工学の学術分野に大いに貢献する成果である。よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。」