



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	トウガラシ微斑ウイルスの水中病原ウイルスに対する指標性と実浄水工程における処理性〔論文内容及び審査の要旨〕
Author(s)	白川, 大樹
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第15377号
Issue Date	2023-03-23
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/89617
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Daiki_Shirakawa_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士 (工学) 氏名 白川 大樹

審査担当者 主 査 教 授 松井 佳彦
副 査 教 授 岡部 聡
副 査 准教授 白崎 伸隆
副 査 准教授 北島 正章

学位論文題名

トウガラシ微斑ウイルスの水中病原ウイルスに対する指標性と実浄水工程における処理性
(Suitability of pepper mild mottle virus as an indicator for waterborne enteric viruses and its
treatability in full-scale drinking water treatment processes)

ウイルス定量法の発展に伴い、水道原水を含む環境水中においてヒトノロウイルスに代表される病原ウイルスが広く存在していることが明らかとなっている。このような中で、水道水の安全性を確認するために浄水処理における病原ウイルスの処理性を詳細に把握することが求められている。しかしながら、浄水中の病原ウイルス濃度は極めて低く直接の定量が困難であることから、実際の浄水工程における病原ウイルス濃度に関する知見は限られている。一方で、植物ウイルスであるトウガラシ微斑ウイルス (PMMoV) が環境水中において比較的高濃度で存在することが明らかとなってきており、物理的な浄水処理工程 (凝集沈澱-急速砂ろ過処理および膜ろ過処理) における病原ウイルスの挙動指標としての有効性も示されてきている。しかしながら、実際の水道原水における病原ウイルスと PMMoV の存在濃度の関係性についての知見は十分とは言えない。さらに、社会的な注目度の高いヒトカリシウイルス (ヒトノロウイルスおよびヒトサポウイルス) については、ヒト体外における効率的な培養が難しいことから、浄水処理性評価のための添加実験の実施に必要なウイルス量を確保すること自体が難しく、ヒトカリシウイルスに対する PMMoV の指標性については知見が得られていなかった。

このような背景から、本研究では、WHO 飲料水水質ガイドライン掲載の 9 種類の病原ウイルスおよび PMMoV の水道原水における存在実態を調査し、これらウイルス間の存在濃度の関係性を明らかにすると共に、実浄水処理工程における PMMoV の処理性を評価している。また、ごく最近確立された汎用細胞増殖系を活用することにより、全く知見が得られていないヒトサポウイルスの物理的な浄水処理性を評価している。

論文の第 1 章では、水環境における病原ウイルスの存在実態調査および浄水処理性評価に関する既往研究をまとめた上で、本研究の研究背景と目的について論じている。

第 2 章では、水道原水におけるウイルスの存在実態と状態を把握・評価している。陽電荷膜とタンジェンタルフロー UF 膜を併用したウイルスの濃縮法を構築し、水道原水では病原ウイルスに比べて PMMoV が約 100 倍以上高い濃度で存在していることを示した。また、Viability-PCR 法による定量結果から、アデノウイルスやロタウイルスについてはカプシドタンパク質に損傷のある状態 (不活化した状態) で存在しているが、エンテロウイルスやヒトノロウイルス GII, 更に、PMMoV についてはカプシドタンパク質に損傷のない状態で存在している可能性を示唆している。

第3章では、前章で水道原水中に高濃度で存在することが確認された PMMoV を指標に、実浄水処理工程におけるウイルスの処理性を検討している。その結果、凝集沈澱-急速砂ろ過、凝集-MF 膜分離ともに全体の処理工程で 0.7-2.9 log の低減率が得られていることを明らかにしている。その中で、1 つの浄水処理工程では MF 膜方式の採用により厳密な固液分離性が達成されているにもかかわらず PMMoV の低減率は 0.7-1.5 log に留まり、凝集沈澱-急速砂ろ過処理による低減率よりも低いことを示し、この要因は MF 膜のファウリング制御の観点から決定されている凝集剤注入率が低いことに起因することを明らかにしている。

第4章では、ごく最近確立された汎用細胞増殖系を活用し、高濃度のヒトサポウイルスの実験試料水を調整することで、凝集沈澱-急速砂ろ過処理および凝集-MF 膜処理におけるヒトサポウイルスの除去性が PMMoV と同程度かあるいはやや高いことを示し、PMMoV の指標性を確認している。さらに、培養困難なヒトノロウイルスの物理的な浄水処理性を評価することを目的に、高感度に定量可能な外来遺伝子を封入したヒトノロウイルスの VLPs(遺伝子封入 VLPs) の創製についても取り組んでいる。

第5章では、本研究で得られた知見をまとめ、結論としている。

以上、本論文は、トウガラシ微斑ウイルスの水道原水における存在実態とその状況および浄水処理工程における除去性を明らかにするとともに、ヒトサポウイルスに対しても物理処理について指標性を有することを明らかにしているものであり、水処理工学と環境技術に対して貢献するところが大きい。よって著者は、北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格あるものと認める。