

下水中の新型コロナウイルス濃度への寄与の年齢依存性を発見

～下水疫学調査による COVID-19 流行の把握の精度向上に期待～

ポイント

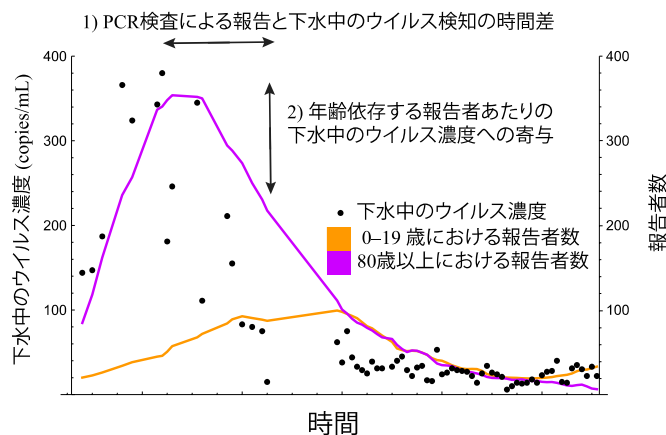
- ・年齢によって報告者数あたりの下水中のウイルス濃度への寄与が異なることを発見
- ・下水疫学調査により真の流行を把握し約 10 日早く流行を検知できる可能性。
- ・下水中の新型コロナウイルスをモニタリングすることで流行の早期検知に期待。

概要

北海道大学人獣共通感染症国際共同研究所の大森亮介准教授、愛媛大学沿岸環境科学研究センターの三浦郁修博士、北海道大学大学院工学研究院の北島正章准教授は、COVID-19 流行初期における米国・マサチューセッツ州の新型コロナウイルス（SARS-CoV-2）検査陽性報告数及び下水中のウイルス濃度の時系列データを比較することにより、年齢によって報告者数あたりの下水中のウイルス濃度への寄与が異なることを発見しました。これは、年齢や症状によってウイルス排出量が異なる事を示唆しており、下水中のウイルス濃度からの真の流行の推定には感染者の年齢によるウイルス排出の違いを考慮する必要があることがわかりました。また、下水中のウイルス濃度の増減は検査陽性報告数と比較して約 10 日間早く観察されることも発見しました。

昨今全世界的に流行している新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の制圧の為には、流行状況の把握が重要です。流行状況を把握するために、PCR 検査で陽性と診断された患者の報告数を世界各国では経時的にモニタリングしていますが、無症状感染者は検査されにくい為、真の流行を把握することが難しいことが知られています。これに対し、下水中のウイルス濃度は症状と関係なく測定されるため、下水疫学調査*1は真の流行が把握できることが期待されています。本研究にて明らかとなった下水中のウイルス濃度に対する寄与の年齢依存性の理解が深まることで、これまでに把握できなかった無症状の感染者を含んだ、大きな流行の早期検知が可能になる事が期待されます。

なお、本研究成果は、Science of the Total Environment 誌への掲載が決定し 2021 年 6 月 15 日（火）にオンライン先行公開されました。



新型コロナウイルス感染症での受動的サーベイランスにおける
PCR 検査による報告者数と下水中のウイルス濃度の比較

【背景】

SARS-CoV-2 の流行状況の把握は、無症状や軽症状の感染者が検査されにくいために困難であり、受動的サーベイランス^{*2}以外での流行の把握の必要性が論じられています。一方で下水中のウイルス濃度の測定によるサーベイランス（下水疫学調査）は原理的に（無症状を含む）すべての感染者をカバーできるために、真の流行が把握できる事が期待され、既に多くの国で実施されています。下水中のウイルス濃度から感染者数を推定するためには、下水中のウイルス濃度と感染者数の関係性の詳細な理解が必要となります。特に、感染者の年齢は、新型コロナウイルスの感染による症状の重篤さに影響があると考えられ、検査による報告がされやすいだけでなく、下水中へのウイルスの排出量にも影響があると考えられます。

本研究では、下水中のウイルス濃度からの流行の把握に向け、報告者数あたりの下水中のウイルス濃度への寄与の感染者の年齢の依存性を調べました。

【研究手法】

真の流行が下水中のウイルス濃度に反映されるまでの時間と、PCR 検査により報告されるまでの時間差を考慮し、かつ、感染者の年齢別での報告者数と下水中のウイルス濃度の関連性の数理モデルを構築しました。2020年3月から8月までの米国・マサチューセッツ州におけるPCR検査による年齢別の新型コロナウイルス感染者報告数の日報データと下水中のウイルス濃度の時系列データに、本研究で開発した数理モデルを当てはめることで、年齢別の報告者数あたりの下水中のウイルス濃度への寄与率と下水中のウイルス濃度と検査陽性報告数の時間差を推定しました。

【研究成果】

感染者の年齢により報告者数あたりの下水中のウイルス濃度への寄与が異なり、高年齢の感染者の報告者数の下水中のウイルス濃度への寄与は低年齢者に比べ高いことが判明しました（p.1図）。

また、流行初期における新型コロナウイルスの感染は高年齢者で重篤な症状が観察されやすい事が知られており、低年齢層の流行は無症状感染により報告がなされにくい事が示唆されます。

また、重篤な症状の感染者からのウイルス排出は長期化されるという報告から、高年齢層の感染者は症状が比較的重篤であり、下水へのウイルス濃度への寄与が大きい事も示唆されます。

さらに、下水中のウイルス濃度の増減は検査陽性報告数と比較して10日間早いと推定され、下水のウイルス濃度のモニタリングによる早期検知の可能性が示唆されました。

【今後への期待】

新型コロナウイルスの流行状況の正確な把握は流行の抑制にあたり不可欠であり、下水中のウイルス濃度の測定による流行把握に期待が高まっています。現在多くの国で行われているPCR検査による報告と下水中のウイルス濃度の年齢依存性の理解が深まることで、これまでに把握できなかった無症状の感染者を含んだ、大きな流行の早期検知が可能になる事が期待されます。

【関連する研究成果】

① 北海道大学・京都大学共同プレスリリース「新型コロナウイルス報告数は流行を反映しない可能性～検査陽性報告数のみを用いた流行解析には注意が必要～」

発表日：2020年4月28日

URL：<https://www.hokudai.ac.jp/news/2020/04/post-665.html>

- ② 北海道大学・山梨大学共同プレスリリース「下水中の新型コロナウイルスに関する世界初の総説論文を発表～COVID-19の流行状況を把握する上での下水疫学調査の有用性を提唱～」

発表日：2020年5月14日

URL：https://www.hokudai.ac.jp/news/2020/05/-covid-19.html

【謝辞】

本研究の一部は、国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）戦略的創造研究推進事業 CREST「超高感度ウイルス計測に基づく感染症対策データ基盤（JPMJCR20H1）」（研究代表者：有田正規 情報・システム研究機構国立遺伝学研究所 教授）及び北海道大学部局横断型若手研究助成事業「下水疫学と理論疫学を融合した新型コロナウイルス感染症流行動向の正確な把握」（研究代表者：北島正章）の支援を受けて実施されたものです。

論文情報

論文名	Age-dependent association between SARS-CoV-2 cases reported by passive surveillance and viral load in wastewater（受動的サーベイランスによる新型コロナウイルス感染報告者数と下水中ウイルス濃度の関連の年齢依存性）
著者名	大森亮介 ¹ 、三浦郁修 ² 、北島正章 ³ （ ¹ 北海道大学人獣共通感染症国際共同研究所、 ² 愛媛大学沿岸環境科学研究センター(CMES)、 ³ 北海道大学大学院工学研究院）
雑誌名	Science of the Total Environment（環境科学の専門誌）
DOI	10.1016/j.scitotenv.2021.148442
公表日	2021年6月15日（火）（オンライン先行公開）

お問い合わせ先

北海道大学人獣共通感染症国際共同研究所 准教授 大森亮介（おおもり りょうすけ）
TEL 011-706-9488 FAX 011-706-9491 メール omori@czc.hokudai.ac.jp
URL <http://researchmap.jp/ken/>

配信元

北海道大学総務企画部広報課（〒060-0808 札幌市北区北8条西5丁目）
TEL 011-706-2610 FAX 011-706-2092 メール jp-press@general.hokudai.ac.jp

【用語解説】

- *1 下水疫学調査 … 「下水疫学」は学問分野である「Wastewater-based epidemiology」の訳語。「調査」を付けることで、調査する行為そのものを意味する。
- *2 受動的サーベイランス … 医療機関等から受動的に情報を収集するサーベイランスのこと。