



分野:生命科学・医学系

キーワード: 百日咳、下水サーベイランス、下水疫学、*Bordetella pertussis*、早期検知、SDGs

百日咳の流行兆候を下水から早期に捉える —患者報告より約2か月先行—

【研究成果のポイント】

- ◆ 下水中の百日咳菌関連 DNA 濃度の上昇が患者報告数の増加より約2か月早く現れることを示した。
- ◆ 従来の患者サーベイランスは医療機関を受診し検査された患者の情報に依存していたが、下水を利用することで、受診や検査に依存せず無症状者や軽症者を含む地域全体の感染動向を把握できる可能性を示した。
- ◆ 百日咳の流行兆候を下水から早期に捉えることで、医療機関への注意喚起や検査体制の強化に加え、ワクチン接種などの感染拡大に備えた対策をより早い段階で検討できる可能性がある。

❖ 概要

大阪大学微生物病研究所の元岡大祐講師、鈴木孝一朗特任助教(常勤)、大阪健康安全基盤研究所の朝野和典理事長、左近直美主幹研究員らの研究グループは、大阪府内の下水を継続的に調査することで、百日咳菌に関連する DNA 濃度の増加を患者報告数の増加よりも早く捉えられる可能性を明らかにしました。研究グループは、大阪府内4か所の下水処理場で2023年4月から2025年7月まで毎週下水を採取し、百日咳菌に関連する *IS481*^{※1} DNA 濃度と、パラ百日咳菌に関連する *IS1001*^{※2} DNA 濃度を測定しました。

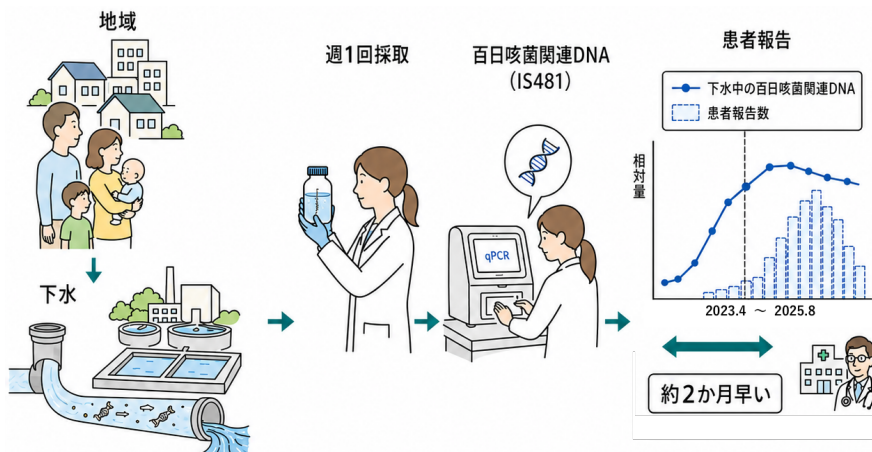


図:下水サーベイランスによる百日咳流行の早期検知

百日咳はワクチンで予防可能な呼吸器感染症ですが、現在も周期的な流行がみられ、特に乳児では重症化することがあります。一方、患者数に基づく通常の感染症サーベイランスは、医療機関への受診、検査、診断、報告などの影響を受けるため、地域での感染動向の変化が患者報告として表れるまでに時間差が生じる可能性があります。

今回、下水中の *IS481* DNA 濃度は2024年から明瞭な増加を示し、その上昇は大阪府における患者報告数の増加より早く認められました。時系列解析では、下水中の百日咳菌関連 DNA の変化が患者報告より約10週間(約2か月)先行していました。また、異なる解析条件でも、下水のシグナルが患者報告より

先に現れる傾向は一貫して確認されました。これらの結果から、下水サーベイランス※³は臨床サーベイランスを補完し、地域の百日咳関連の感染動向の変化をより早く捉える指標となる可能性が示されました。

本研究成果は、国際科学誌「Emerging Microbes & Infections」に8月19日に公開されました。

【元岡大祐講師のコメント】

百日咳は、受診や検査を経て初めて患者報告として把握されるため、地域での感染拡大との間に時間差が生じる可能性があります。今回、約2年間の継続調査により、下水中の百日咳菌関連 DNA の増加が臨床現場での患者報告より早く現れることを確認しました。将来は下水サーベイランスと臨床サーベイランスを組み合わせ、地域の流行変化をより早く捉える仕組みにつなげたいと考えています。

❖ 研究の背景

百日咳は百日咳菌 (*Bordetella pertussis*) によって引き起こされる呼吸器感染症で、世界各地で周期的な流行が続いています。特にワクチン接種が完了していない乳児では重症化する危険性が高く、流行の兆候をできるだけ早く把握することが重要です。しかし、成人やワクチン接種者では典型的な症状を示さない場合もあり、軽症者や無症状感染者は医療機関を受診しない可能性があります。また、臨床現場における患者サーベイランスは受診行動、検査の実施状況、診断、報告過程などの影響を受けます。こうした臨床サーベイランスを補完する方法として、下水に含まれる病原体由来の核酸を測定し、地域全体の感染動向を捉える下水サーベイランスが世界中で注目されています。一方、百日咳菌を対象として長期間の定量的な下水モニタリングを行い、地域の患者報告と時間的に比較した研究は限られていました。

❖ 研究の内容

研究グループでは、大阪府内4か所の下水処理場から2023年4月から2025年7月に週1回、流入下水を採取し、定量PCR法により *IS481* と *IS1001* DNA 濃度を測定しました。*IS481* は百日咳菌のゲノム中に多数存在するため高感度な検出に利用される遺伝子配列です。下水中の *IS481* DNA 濃度は、2024年4月から2025年にかけて増加し、大阪府内の百日咳患者報告数と類似した時間的変動を示しました。主要な解析条件では、下水中の *IS481* DNA 濃度の上昇開始は患者報告数の増加開始より10週間先行しました(図1)。また、*IS1001* DNA 濃度の測定により、パラ百日咳菌関連の下水シグナルも同時に追跡できる可能性が示されました。

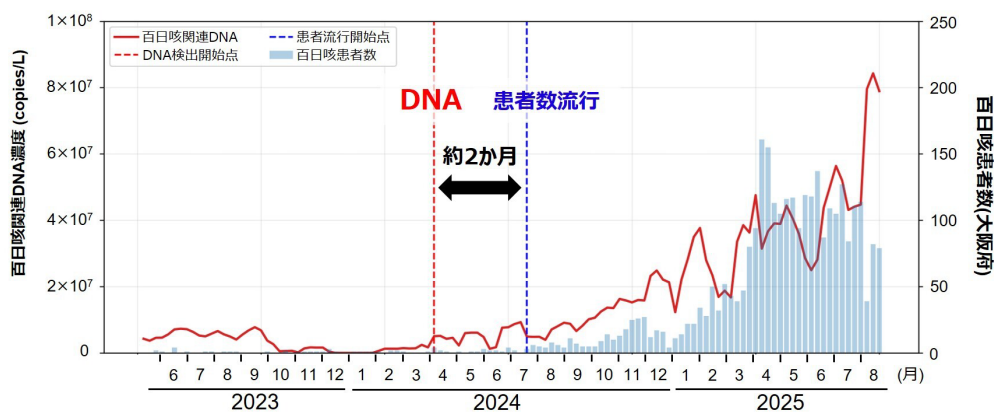


図1. 大阪府における下水中の百日咳菌関連 *IS481* DNA 濃度と患者報告数の推移

❖ 本研究成果が社会に与える影響(本研究成果の意義)

本研究は、下水中の百日咳菌関連 DNA 濃度の変化が患者報告より早く現れることを大阪府で長期間にわたり示し、下水サーベイランスが従来の臨床サーベイランスを補完する早期監視指標となる可能性を示しました。今後、下水サーベイランスを臨床サーベイランスと組み合わせることで、百日咳の流行の兆しをいち早く捉え、医療機関への注意喚起や検査体制の強化、ワクチン接種を含む感染予防策を早期に講じ

ることが可能になると期待されます。こうした「流行してから対応する」のではなく「流行の兆しを捉えて先回りして対応する」仕組みを構築することで、地域における感染拡大の抑制につなげることを目指します。

❖ 特記事項

本研究成果は、国際科学誌「Emerging Microbes & Infections」に8月19日に公開されました。
タイトル: “Early Detection of Pertussis Related Activity by Wastewater Surveillance of *Bordetella pertussis*- and *Bordetella parapertussis*-Associated DNA Concentrations in Osaka, Japan”

著者名: Koichiro Suzuki, Daisuke Motooka, Naomi Sakon, Kazunori Tomono

DOI: [10.1080/22221751.2026.2717860](https://doi.org/10.1080/22221751.2026.2717860)

なお、本研究は、科学技術振興機構(JST)「共創の場形成支援プログラム(COI-NEXT) 地域共創分野(本格型)」および大阪大学微生物病研究所共同研究事業(JRPRIMD25C3)の支援を受けて行われました。

❖ 用語説明

※1 IS481

百日咳菌(*Bordetella pertussis*)のゲノム中に多数存在する挿入配列で、高感度なPCR検出に利用されます。一方、*Bordetella holmesii*など一部の他菌種にも存在するため、IS481のみで百日咳菌を完全に特異的に同定することはできません。

※2 IS1001

パラ百日咳菌(*Bordetella parapertussis*)の検出に広く用いられる挿入配列です。本研究では、下水中のパラ百日咳菌関連DNAの時間的変化を評価するために測定しました。

※3 下水サーベイランス

Wastewater Surveillance: WWS。下水に含まれるウイルスや細菌などの病原体由来の核酸を測定し、地域全体の感染動向を把握する方法です。医療機関の受診や個々の検査結果に依存しない集団レベルの感染症監視手法として活用が進んでいます。

❖ SDGs目標



❖ 参考 URL

大阪大学微生物病研究所ゲノム解析室

<https://www.ngs.gen-info.osaka-u.ac.jp/>

大阪大学研究者総覧 元岡 大祐

<https://rd.iai.osaka-u.ac.jp/ja/82790e8fac6bc797.html>