

コロナウイルス文献情報とコメント(拡散自由)

2022年9月10日

BMJ:

下水で感染症（新型コロナ、サル痘、ポリオなど）がわかる

【松崎雑感】

下水には、その流域の感染症の証拠がすべて流れ込んでいます。新型コロナはもとより、多くの消化管排泄病原体が、市中流行よりもずっと早くキャッチできます。コスパも良く、下水脈をたどることによって、感染者の存在がピンポイントで検出できる可能性もあります。

次のスライドに、今週のニュースを紹介しました。下水モニタリングは、「炭鉱坑道のカナリア」です。

【感染症ニュース】アメリカやイギリスで下水からポリオウイルスが検出 アメリカでは10年ぶりにポリオ患者が発生 日本での流行の可能性は? (感染症・予防接種ナビ) - Yahoo!ニュース

ポリオという感染症をご存知でしょうか。

ポリオ(急性灰白髄炎)は脊髄性小児麻痺(まひ)とも呼ばれ、ポリオウイルスによって発生する感染症です。世界では1950年代まではしばしば各地で流行し、日本でも1960年には5千人以上の患者が発生しましたが、ワクチンの開発・接種により多くの国で患者の発生が見られなくなりました。

しかし今年、アメリカで10年ぶりに患者が発生、イギリスでも下水からポリオウイルスが検出されました。今後世界各地で、そして日本で流行の可能性はあるのでしょうか?…

下水で感染症（新型コロナ、サル痘、ポリオなど）がわかる

Nelson B. **What poo tells us: wastewater surveillance comes of age amid covid, monkeypox, and polio.** *BMJ*. 2022;378:o1869. Published 2022 Jul 29. doi:10.1136/bmj.o1869

下水モニタリングが見直されている。新型コロナ、サル痘、ポリオなどの感染症の流行状態がわかるツールとして

ポリオ（小児麻痺）流行中の1939年に、エール大学の研究者はデトロイトやチャールストンの下水からポリオウイルスの検出に成功した。

その年末、スウェーデンの細菌研究所も、ストックホルムの下水からポリオウイルスの検出に成功した。エール大学の研究者は、「ポリオウイルスが下水に排出され、ある程度の距離の移動が可能なが確認された」と語った[1]。

2022年の初めに、ロンドンのベクトン下水処理施設の下水から繰り返しポリオウイルスが検出された。この下水系はロンドン北部と東部の400万人の市民をカバーしている[2]。

ロンドンで最後にポリオ患者が発見されたのが1984年だったため、生き残っているはずのないウイルスが再登場したと驚きを持って受け止められた。

7月21日に、ニューヨーク州ロックランド郡は2013年以来久しぶりにワクチン株由来ポリオ発症者（若い男性、一時麻痺あり）が発見されたと報告した。

さかのぼって下水を分析すると、6月にはポリオウイルスが混入していたことが分かった[3]。下水モニタリングが再び注目されている。

ポリオから始まった下水モニタリングは、新型コロナ、サル痘などのWHOが緊急事態宣言を行った新たな感染症の調査ツールとして見直されてきた。

下水サーベイランスの成果を踏まえ、専門家は、下水モニタリングによる疾患サーベイランスのインフラをしっかりと作り上げる必要があると強調している。

エモリー大学環境保健学准教授マレーネ・ウォルフ氏は「新型コロナをきっかけとして下水モニタリングの意義と役割が広がってきた」と本誌に語った。

下水モニタリングの手法と守備範囲が拡大するにつれて、当初懐疑的だった公衆衛生担当者の反応は、「熱烈歓迎」に変化した。「彼らは、是非とも下水データが欲しいと言うようになった」と。

新型コロナモニタリングのインフラ

スタンフォード大学の環境エンジニアリング学教授のチームは2020年3月に、北カリフォルニア湾岸エリアの下水処理施設で下水モニタリングを始めた。

その後、彼らの作ったSewer Coronavirus Alert Network (SCAN：新型コロナウイルス下水アラートネットワーク)は全米各地に検査拠点を設置した。

検査チームは、新型コロナウイルスが高率に流行している地域の下水におけるウイルス検出状態を明らかにした。

「われわれは、次の病原体がどのようになるかをすぐに突き止めることのできるプラットフォームを作り上げた。全国のすべての地域から、1グラムに満たない下水検体を収集できる。1か所で最大400万人の市民が置かれた感染状態を知ることができる」

イタリアでは、167か所の下水処理施設で、週1～2回新型コロナウイルスの種類と量のモニタリングを行っている。

ローマ国立健康研究所の環境ウイルス学者ジュゼッピーナ・ラロー氏は、EUの担当部局が下水モニタリングのインフラをこれまでの土台の上にどのように作り上げるかを検討していると語った。「課題は、モニタリングシステムを使って、ウイルスの種類を判別するとか、薬剤耐性を検討するとか、どのような目的のためにシステムを使うかである」

市中検査の減少を下水モニタリングで補う

カリフォルニア大学の環境エンジニア学コリン・ノートン氏の調査によれば、世界68か国で3500か所以上の下水サーベイランス施設が稼働しているという。

彼女の施設はSCANとコラボし、費用のそれほど掛からない下水モニタリングで、多くの市民に感染防止の役に立つ情報を迅速に伝えるられると証明している。

彼女の施設のあるマーセド市では、オミクロン株の新たな変異株が市中検査で確認される数週間前に、下水から検出されていた[4]。

この株はデルタ株と一気に入れ替わっていた。これを受けてその地域の保健担当当局は、オミクロン株に対する効果の弱いモノクローナル抗体の購入や推奨を早々と止めることができた、と、ノートン氏は述べている。

UCSDにおける下水モニタリングと市中感染サーベイランス成績を比較した結果、下水の方が2～3週間早く市中感染株を検出できたこと、ならびに市中感染検体のゲノム解析では検出できなかった変異株も検出できたなどの利点が指摘されている[5]。

サンフランシスコでSCANの行った下水サーベイランスから、臨床サーベイランスには盲点があることが分かった。

デルタ株からオミクロン初期株に入れ替わる時期には、臨床サーベイランスと下水サーベイランスはほぼ一致した結果を示していた。

ところが、オミクロン B A. 5 派生株の広がった今回（7月）のサーージでは、臨床例の増加が下水サーベイランスと同じレベルでは生じなかった。

下水モニタリングではこの派生株が急増していたのに、市中感染者のサーベイランスではそれほど増えてはいなかったのである。

ウォルフ氏は「もし下水モニタリングを行っていたなら、この1月の初期オミクロン株激発時に匹敵する警告を人々に発することができただろう」と語った。

下水モニタリングに比べて、市中感染発見例が減っているのは、費用の高いPCRをやめて、家庭でできる安価だが検出率の低い迅速抗原検査を推奨した事、臨床診断例の収集報告の遅れなどによるのかもしれない。

これらが原因となって、ウイルスが蔓延しているにもかかわらず、それほど深刻な流行状態でないという誤った判断がもたらされたのだろう。

ウォルフ氏は、BA5サージにおける検査陽性率が最初のオミクロンサージに匹敵する高レベルに達していたことから、下水モニタリングの意義が示されていると語った。彼女は、言葉を換えて言えば、下水データは、市中感染データよりも新型コロナパンデミックの現状を正確に反映しているのだと語った。

サル痘とポリオの潜在患者

この間、イギリスでは、久しぶりにポリオ患者が発生したため、資金不足が生じ、新型コロナ対策として構築されてきた下水モニタリングのインフラを解体する動きが出ていた。

このウイルスは、以前から存在していたNational Institute of Biological Standards and Controlのサーベイランスプログラムにおいて発見されていた。

この情報はイギリス保健安全保障局に報告される。「何であれ環境サーベイランスの仕組みがあることに感謝しなければならない」とインペリアルカレッジ・ロンドンの感染症とワクチン疫学教授ニコラス・グラスリー氏は本誌に語った。

今回のポリオウイルス科のウイルスに近似したウイルスの発見を受けて、保健安全保障局は、発生地を同定するために、より上流の下水系のサーベイランスを行った。

その結果、WHOのクライテリアには適合していないが、ポリオワクチン接種を受けた個体から排出されたワクチン由来ポリオウイルスⅡ型であることがゲノム解析で明らかになっていると保健安全保障局は述べている。

臨床症状のある人々を検査するだけでは、ポリオウイルスを発見することは難しい。ポリオウイルスⅡ型感染者500人からわずか1人しか麻痺を発症しないためである。

臨床症例を探すよりも、下水モニタリングでウイルスを発見する方がずっと感度が良いとグラスリー氏は述べた。下水モニタリングは、蔓延国だけでなく、根絶国への流入感染を見つけるうえで極めて有用だろう。

2022年6月19日、カリフォルニアのSCANはサル痘ウイルスの下水サーベイランスを開始し、20日に患者発生の報告されていない地域を含む複数地区の下水からウイルスを発見した。

今回、これまで流行のなかった70か国で1万8千人のサル痘患者が発見されている。多くは同性愛男性である。スティグマと差別の壁により、これらの人々に対する検診はままならない。

ベルギーの大きな性感染症施設では、梅毒やヘルペスをサル痘と誤診した例が多く出ているが、2022年5月にさかのぼった下水サーベイランスデータから、無症状例3名が発見された[6]。

サル痘も下水サーベイランスの有用な分野である。

個人の同定なしに、下水という匿名性の高いサンプルを用いて、ウイルスのモニタリングができる。自ら検診を受けるという行動なしに、検査を受けた方が良いという動機付けを行うことができるとウォルフ氏は語った。

下水中のサル痘ウイルスの検出数と濃度が増えることで、この感染症の危険がわかる。

影響力を高める

グラスリー氏は、ガーナ、インド、マラウイの研究者と共同で腸チフス菌の下水サーベイランス技術の開発を行っている。

下水施設の整備されていない地域でも（でこそ）、下水のサーベイランスは役に立つと彼は語った。

「下水は多くの人々から排出された病原体の凝集物である。下水の流れる状態を地図に落として、サーベイランス結果を書き込めば、どこからどのような病原体が発生しているのかがわかるようになるだろう」

腸管内の病原体がすべて排泄されるわけではない。また、下水中のRNAやDNA量から、病原体の総排出量を推定するプロセスは研究中である。

しかしいずれにせよ、下水疫学は、現在進行形の感染症をキャッチする新たなツールであることは確かだと、ハーバード大学疫学准教授ウィリアム・ハネー・ジュ氏は述べた。

「下水だけですべてを突き止めようという事ではなく、他の手段と併用することで、有用性は格段に高まるだろう」と語った。

流行の兆しがつかめたなら、いち早く対策を講ずることができなければ価値がない。

例えば、感染に弱い人々への新型コロナ、ポリオ、サル痘、腸チフスワクチンの優先接種を行なう事がすぐにできなければならない。

ロンドン特別区では、12か月児の3人に1人がポリオワクチンの接種を完了していない（参考：日本では3か月～7歳5か月までに2回接種） [2]。

問題は、人々が必要性を感じるかどうかである。

「一般の人々はポリオがすでに根絶された感染症だと思っている。小さな子どもたちがポリオワクチンの定期接種を受けているから、ポリオが流行っていないのだと理解している人はいない。これは我々の社会に対する警告信号である」とグラッシー氏は語った。