

感染症予防の注意喚起システム

— 下水中ノロウイルス濃度監視による情報発信 —

仙台市建設局下水道事業部下水道調整課長 加藤 公 優

1. はじめに

今、地球規模で新型コロナウイルス感染症が流行し、国内でも第3波と呼ばれるレベルで感染者が増加している状況にある。そのため、感染流行規模の把握への貢献として、国内外を問わず、世界各地で下水中に含まれる新型コロナウイルスの検出が試みられている。

これまで、東北大学などでは、下水中に存在するさまざまな病原ウイルスを検出し、感染流行検知および予防への貢献を目的に研究が進められてきているが、2017年から、東北大学・山形大学・日水コン・仙台市が共同で下水中のノロウイルス濃度を測定し情報発信するといった実証実験を進めており、感染性胃腸炎の流行の兆しを予測し、感染の拡大を抑制するための情報発信を試みている。今回、この新たなチャレンジについて紹介することで、新型コロナウイルス感染予防対策への応用を期待するところである。

2. ウイルス濃度測定による注意喚起システムの開発

(1) 「水監視システム」の構築

流入下水中のウイルス濃度をモニタリングし、その濃度変化から感染症流行の予兆を捉え社会に発信することで、人々が感染症の予防体制をとることが可能となる。この「水監視システム」の構築は、感染症の流行や経済的損失などの社会的インパクトを未然に防ぐことが可能であり、大きく社会への貢献に資するものと考えている。図-1にその概念を示す。

「水監視システム」は、下水中に存在する病原ウイルスのうち、腸内で増殖可能なノロウイルス、A型肝炎ウイルス、E型肝炎ウイルス、ロタウイルスなど数種類の腸管系ウイルスのほか、糞便に含まれることで下水中から検出されるインフルエンザウイルスや麻疹ウイルス、コロナウイルスなど数種類の呼吸器系ウ

イルスなどにも応用が期待されている。現在のところ、腸管系ウイルスの検出濃度は呼吸器系ウイルスよりも100倍ほど高濃度で検出されているようである。

このシステムを活用した迅速で高精度な検出定量技術の開発により「水監視システム」を進化させることが望まれるところであり、その上で、下水集水域内の感染者の動向について医療関係機関・保健所などと連携し、流入下水中の病原ウイルス濃度と感染者との因果関係が明確になることが大切である。そのためにも、

今後も、大学等の研究機関と連携していきたいと考えているところである。

(2) 研究の経緯と体制

これまで、東北大学では流入下水中のノロウイルス濃度と感染性胃腸炎の罹患患者数との関係について研究を進めてきたが、2013年からは科学技術振興機構の戦略的創造研究推進事業 CREST により「迅速・高精度・網羅的な病原微生物検出による水監視システムの開発」としてシステム開発の研究を行った¹⁾。

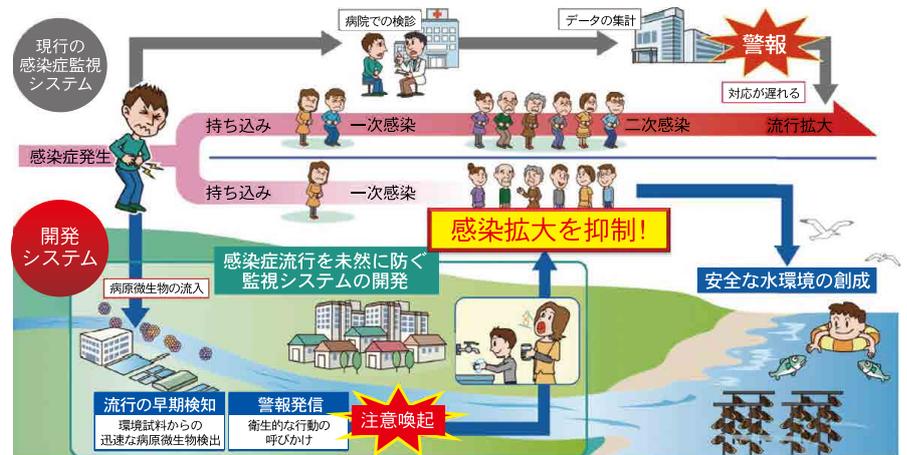


図-1 下水中ノロウイルス濃度情報発信システム概念図



図-2 応用研究体制と役割分担

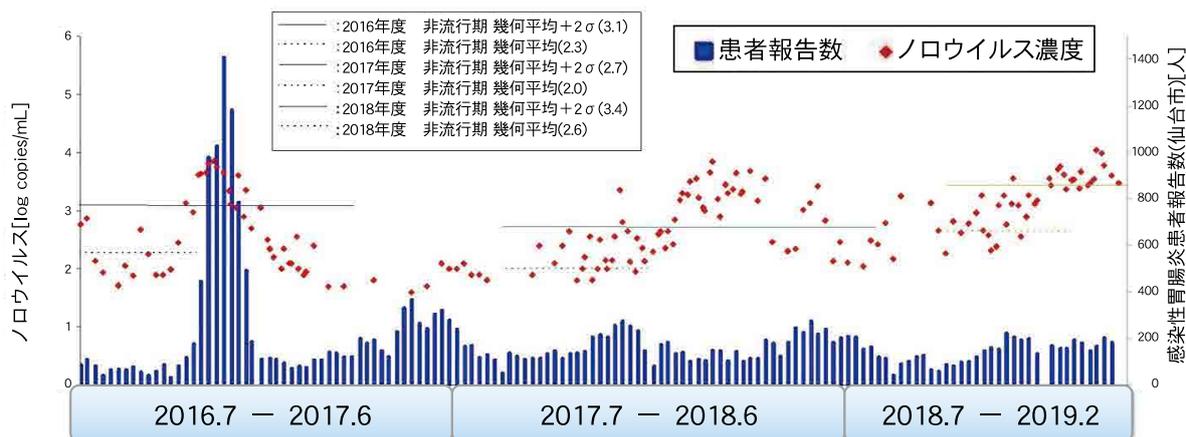


図-3 下水中ノロウイルス濃度と仙台市の患者報告数

その後、2017年から、国土交通省の下水道応用研究として「流入下水中の病原ウイルス観測による総合的感染症流行防止対策の確立」に取り組み、「水監視システム」の確立のための実証実験に取り組んでいる。

具体的には、下水処理場の流入下水中の感染性ウイルス濃度を定期的に測定・監視することにより、一定量以上の濃度のウイルスが観測された際には、感染予防行動につながる注意喚起など感染症の流行抑制に向けた情報を社会に向けて発信するシステムであり、紹介する実証実験では監視するウイルスとしてノロウイルスを対象としている。

なお、この実証実験のための研究は東北大学（未来科学技術センター、医学系研究科）が中心となり、山形大学（農学部）、日水コン、仙台市が参画している。その研究体制を図-2に示す。

3. 流入下水中のウイルス濃度分析

(1) ノロウイルス濃度と患者報告数に関する検証

東北大学では以前から流入下水中のノロウイルス濃度と感染性胃腸炎の患者報告数に関する調査を進めていたが、2016年7月からは仙台市南蒲生浄化センターで調査を始めている。2016年7月から2019年2月までの分析結果は図-3のとおりである。

2016年においてはノロウイルス濃度と患者報告数ピークの関係は明確であり、このデータからは患者報告数が増加する約2～3週間前には濃度の上昇がみられている。2017年以降はノロウイルス濃

度が例年通りであるが、患者報告数は低い状況が継続し、顕著な患者報告数のピークが見られなかった。念のため、ノロウイルスの型の変化や弱毒化を確かめるために下水中で観測されたノロウイルスの遺伝子型を検証したが、主要なウイルスはこれまでに検出されている遺伝子型であり、新たな遺伝子型のノロウイルスは流入下水中には存在していないことを確認している。

冬季はインフルエンザの流行期でもあり、インフルエンザ感染予防に向けての対策は感染性胃腸炎感染予防と同様で、双方に効果がある。2017年以降については、実際にテレビなどの各種メディアからインフルエンザ感染予防に関する情報発信もあり「下水中ノロウイルス濃度情報発信システム」による効果との断定には至らないが、少なくとも、家庭や小学校および保育園などで感染症予防の対策が行われた結果とも解釈できる。一方で、流入下水中のノロウイルス濃度が高い状況で推移していることから推測すると、不顕性感染の患者やそれほど重篤でない大人の患者が存在している可能性もあると考えられる。今後、感染症専門家や感染症対策部局などからの協力を得ながら検証すべき課題であると考えている。

(2) 病原ウイルスの検出および定量の技術開発

実証実験では、下水中に存在する病原ウイルス中のノロウイルス濃度の監視を中心とした「水監視システム」の構築に重点を置いてきたが、病原ウイルスの検出および定量に関する技術開発もこのシステムの重要なポイントである。この実

証実験において、さまざまなウイルスの観測を行った結果、腸管系ウイルスとしてロタウイルスやA型肝炎ウイルスなどの水を介して伝播する感染症ウイルス、さらに、インフルエンザウイルスや最近では世界規模で感染拡大している新型コロナウイルスなどの呼吸器系ウイルスも下水中から検出可能とされている。今後も、さまざまな病原ウイルスを高精度で迅速に検出し、かつ、定量できる技術開発を進める必要があると強く感じている。

4. 下水中ノロウイルス濃度情報発信システム

(1) 下水中ノロウイルス濃度情報発信システムの構築

2017年11月には、研究の一環としてWEBを活用した「下水中ノロウイルス濃度情報発信サイト」を構築し開設した。発信システムの仕組みは図-4に示すとおりである。

まず、情報発信のためのウェブサイト構築し、さまざまな機会を通じて広報することによりウェブサイトへの登録を促している。一方で、定期的に下水中ノロウイルスの濃度測定を行い、その結果をウェブサイトにアップしている。

更に、定期的に測定しているノロウイルス濃度がこれまでの知見から得られた基準値を超過した場合には、ノロウイルス濃度が上昇していることについて、感染拡大防止のための注意喚起メールを発信するものである。詳細については図-5に示す東北大学が開設しているホームページ (<https://novinsewage.com>) を参照されたい。

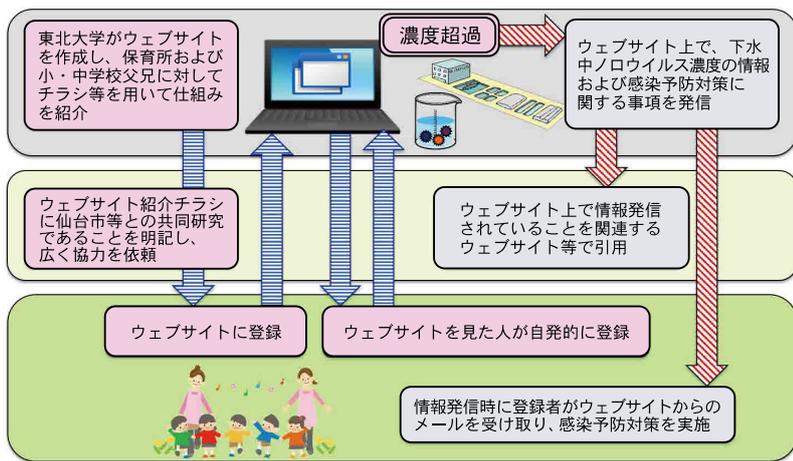


図-4 情報発信システムの仕組み



図-5 下水中ノロウイルス濃度情報発信サイト

情報発信メールでは、下水中ノロウイルス濃度が上昇していることに加え、感染を予防するための対策を明記し、受信者が具体的な行動を取れるようにした。また、感染予防対策に関する基本的な知識の周知のためのメッセージも配信している。

メール配信はこれまで4回行っているが、他にも経過報告や濃度変化の総括など、計14回配信している状況である。内容は次のとおりである。

下水中ノロウイルス濃度が上昇しています！

先週〇月〇日に、流入下水中のノロウイルス濃度が情報発信基準濃度を超過しました。今後ノロウイルスによる感染性胃腸炎の流行が予想されます。各家庭や小学校・幼稚園・保育園におかれましては十分ご注意ください。なお、予防対策はホームページに記載されていますので御参照してください。

感染予防対策

1. 手洗いをよく行う。
ノロウイルスに感染した人の手を介して感染が拡大する場合があります。トイレの使用後、オムツ替えの後、調理を行う前などによく手洗いをしてください。
2. 食べ物をよく加熱する。
ノロウイルスはカキなどの二枚貝（貝殻2枚で身を覆っている貝）の体内に蓄積されやすいことが知られています。二枚貝を食べる際には、十分に加熱するようにしてください。十分な加熱は、調理の内容によって異なりますが、身の中心部まで熱がしっかり通ることが目安です。
3. ドアノブ、イスなど、手で触れる場所を消毒する。
ノロウイルスに感染した人が触れたドアノブなどを介して感染が拡大する場合があります。家庭内で手でよく触れる場所をアルコールなどでよく拭い

てください。

4. キッチンや調理器具を消毒する。

ノロウイルスに感染すると、症状が出る前から排出され始めます。下痢や熱などの症状がなくてもノロウイルスに感染している人が調理をすると、食事をした人に感染する可能性が出てきます。キッチンや調理器具をこまめに（熱湯やアルコールなどで）消毒してください。

その他、衛生対策に関するより詳細な情報は以下のサイトをご覧ください。

- ・ノロウイルスに関するQ&A（厚生労働省）
- ・ノロウイルス感染症（国立感染症研究所・感染症情報センター）
- ・ノロウイルス（感染性胃腸炎・食中毒）対策～冬は特にご注意ください！～（首相官邸）

下水中ノロウイルス濃度情報発信サイト登録者にこのメールが配信されました。©2019 下水中ノロウイルス濃度情報発信サイト, All rights reserved

(2) 情報発信システムの普及

実証実験の実効性を高め登録を呼びかけるために図-6に示すようなチラシを作成し、市内の幼稚園や保育園、小中学校に配布するとともに各区役所に配置した。更なる普及のため、小中学校や保育園などを所管する当市他部局との連携も図り、直接訪問による実証実験への協力依頼や、研修会での講演も行っている。特に、感染性胃腸炎が集団発生しやすい小学校では研究に対する期待が高く、実際に情報発信メールを学校で登録して保護者に再配信するなどの協力が得られた。また、小学校の保健教諭による研修会においてノロウイルス濃度の情報発信の効果や感染予防行動などについて講演し、システムの普及に努めた。

最近の新型コロナウイルス感染予防への関心の高まりにより、ノロウイルス感染予防に関する情報発信システムが注目されている。仙台市ホームページにおいても、感染症対策部局からの感染性胃腸炎情報に関するサイトと「下水中ノロウイルス濃度情報発信サイト」をリンクしているほか、下水道部局においてもさまざまな広報媒体を通じ、改めて情報発信の強化を図っている。これにより、近い将来、新型コロナウイルスに関する情報提供ができるようになった場合には、この「水監視システム」が活用できると考

東北大学・山形大学・仙台市・日水コン共同研究体による 下水中ノロウイルス濃度情報発信システム 実証試験

にご協力ください

各家庭から排出される下水は、下水管を通って下水処理場へ流れ込み、浄化された後に河川や海に放流されます。下水道は、私たちが衛生的で健康的な生活を営む上で必要不可欠なものです。この度、東北大学を中心とした共同研究体は、下水処理場に流入する下水の中に私たちの生活に役立つ多くの情報が存在することを発見しました。その情報の1つがノロウイルスに関するものであり、ある地域でノロウイルスによる感染症の流行が広がり始めると、下水処理場に流入する下水中のノロウイルス濃度が変動して上昇することが分かっています。

ノロウイルスに限らず、感染症への対処で最も重要なのは「予防」です。感染症が流行する前に、「ノロウイルスによる感染症の流行が生じるかもしれない」という情報が得られるとしたら、手洗いを徹底するなどして、ノロウイルスによる感染から自分と家族の健康を守ることができるのではないのでしょうか。

今回、当研究共同体では、下水中のノロウイルス濃度を継続的に測定し、増加が認められたら「下水中ノロウイルス濃度情報」として発信するシステム（下図）を考案しました。是非、このシステムにご登録頂き、下水中ノロウイルスの情報をご家庭内での感染予防対策に役立てて頂きたいと考えています。また、ご登録頂いた方には、後日アンケートにご協力頂く可能性もございます。

なお、本実証試験に伴うトラブル等に関し責任は共同研究体にあります。お問い合わせは本共同研究体へ直接お願い致します。



図-6 実証試験協力に関するチラシ

担う公共団体、全体のコーディネーターなど、さまざまな業種の力を結集する必要がある。幅広い分野の力を結集することにより、この「水監視システム」の普及・向上を進めることは、感染症に対するロバストな社会作りに貢献できるものと考えている。

全国的に下水道のインフラ整備により水洗化の普及も進み、維持管理の時代に入っている。ここで、改めて、下水道本来の使命である公衆衛生の向上に立ち返り、一方では、新たな視点で、下水道システムに内在する多種多様な情報や資源を利活用することにより、更なる社会貢献を目指し、今後も、下水道システムが持っている可能性を探って行きたい。

【参考文献】

- 1) 大村達夫（研究代表者）、戦略的創造研究推進事業CREST「持続可能な水利用を実現する革新的な技術システム」研究領域 平成23年度採択研究課題：迅速・高精度・網羅的な病原微生物検出による水監視システムの開発 (https://www.jst.go.jp/crest/water/publication/pdf/CREST_0mura.pdf)

えている。

一般的に、感染性胃腸炎やインフルエンザなどは指定病院などでの感染者数を基に感染拡大の兆候を踏まえて警報を発信しているのが現在の手法であるが、今回の注意喚起システムは感染拡大を事前に検知してメール配信により注意喚起を行う感染予防対策であり、これまでに例のない新たな取り組みとして注目を集めている。

現在の感染者数の増加実績により、都道府県の感染症担当部局から感染症の警報を発信している仕組みと異なり、下水中の濃度を測定して流行の兆しを事前に情報発信することについては感染症担当部局との調整が難しいなどの課題もあるが、ウイルスの濃度測定精度や情報発信のタイミングなどについての研究や実証実験が進むことにより、流行拡大前に注意喚起することが可能となる。

今後も、予防的見地から下水中ウイルスの濃度測定結果を基にして、数週間前に感染症増加傾向に関する情報を発信することにより流行抑制に寄与するシステムを構築していくことは有意義なことと感じている。これらのシステムは、今、流行している新型コロナウイルス感染症対策につながると期待している。

5. おわりに

下水中のノロウイルス濃度を測定し、感染防止のために情報発信する「水監視システム」は、昨今の新型コロナウイルス禍の状況において、実証実験の応用が注目されている。今後も、さまざまな病原性ウイルス濃度のモニタリングを進めいち早く情報提供するとともに、感染性胃腸炎に加え、糞便中に含まれ、下水中から検出可能である新型コロナウイルスなどの呼吸器系ウイルスや、他の感染症ウイルス濃度についても事前に情報を発信することにより、感染拡大防止対策の一翼を担えるよう、東北大学などと連携し、さらなるシステムの開発を進めたいと考えている。このシステムの研究により感染性胃腸炎の流行拡大防止対策に資する情報提供ツールとしての可能性が見出されたことは、今後の展開に期待できるものでもある。

少子高齢化が進んでいる現代社会下において、感染症による健康リスクの増大やこれに伴う医療費の増大などの社会的な課題も山積している状況にある。「水監視システム」の構築には、これらの解決に向け、病原ウイルス等分析機関、ICT技術者、下水道事業や感染症行政を