

研究コラム 次世代シーケンスを用いた病原ウイルスの網羅的モニタリング

下水処理場の流入水には、その地域の人々が流した様々な情報が含まれており、感染者から排出される病原微生物の情報はその地域の感染症の流行状況を反映していると考えられます。そのため、下水中に含まれる、ノロウイルス等の腸管系の病原ウイルスをモニタリングすることで、地域の感染症の流行状況を把握できる可能性があります。近年、次世代シーケンス (Next-generation sequencing, NGS) により試料中に含まれる遺伝子配列を網羅的に解読することが可能となり、下水中に存在する複数のウイルスを同時に検出することが可能となりました。これにより、地域の様々な感染症の流行状況を遅滞なく把握することが可能であると考えられます。

このため iMaRRC では、NGS を用いて下水処理場における病原ウイルスを網羅的に検出し、その地域の感染症情報と照合することで、対象地域で流行している感染症の網羅的なモニタリングの可能性を評価しています。これまでの結果、NGS により同定された下水中に存在する感染症の原因となる腸管系の病原ウイルスの存在割合は、地域で流行している感染症の消長を反映していることが確認されました (Figure 1)。このことから、NGS を用いて下水処理場の流入水中の病原ウイルスを網羅的に検出することで、その地域の感染症流行状況を網羅的にモニタリングできる可能性が示唆されました。

本研究成果を通じて、流域における感染症拡大防止に貢献できることを目指しています。

※実験動画等のページ (short video)

<http://www.pwri.go.jp/team/imarrc/activity/movie.html>

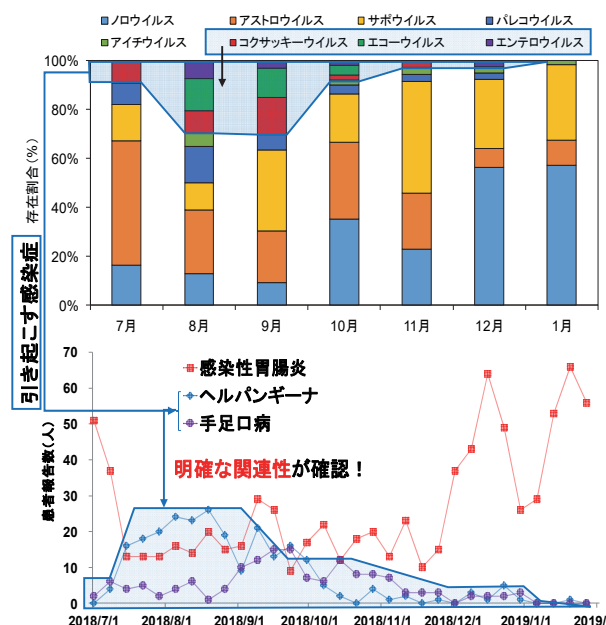
Next-generation sequencing to comprehensively monitor pathogenic viruses

The presence of viruses in the influents of the wastewater treatment plants (WWTPs) has been considered as one of the main causes of infections in individuals. Thus, an epidemic of viral infectious diseases in an area can be monitored by investigating the diversity of human enteric viruses in wastewater. Next-generation sequencing (NGS) has recently been applied to determine the viral diversity in environmental samples such as wastewater.

Therefore, we hypothesized that the viral metagenomic analysis in the influents of WWTPs using NGS could be employed for a comprehensive detection of the epidemic of viral infectious diseases.

The iMaRRC investigates the diversity of pathogenic viruses in wastewater using NGS as well as evaluates the relationship between NGS data and field data pertaining to viral infectious diseases. The relative abundances of pathogenic enteric viruses in wastewater followed the same trend as that of the viral infectious disease cases in the same area as revealed by a pediatric sentinel surveillance (Figure 1). It is suggested that monitoring the diversity of human RNA viruses in wastewater using NGS is useful in the comprehensive detection of the spread of viral infectious diseases.

A 下水中から検出された感染症の原因となる病原ウイルスの存在割合



B 地域のウイルス性感染症の患者報告数

Figure 1: Relative abundance of human enteric viruses in wastewater samples collected at the indicated intervals (A), and numbers of the viral infectious disease cases in the same area as based on pediatric sentinel surveillance (B).

研究コラム コンクリートの塩害抵抗性の迅速評価

コンクリート構造物中の鋼材は、かぶりコンクリートにより保護されています。かぶりコンクリート中に多量の塩化物イオンが侵入すると、鋼材が腐食し、コンクリートのひび割れや剥落の発生、鋼材の断面減少などの塩害が生じます。

塩害抵抗性を高めるためには、かぶりコンクリートの品質を高めて塩化物イオンの侵入を抑制することが重要です。これまでに iMaRRC では、高炉スラグ微粉末やフライアッシュを用いて塩害抵抗性を向上させる方法を提案しています。

ところで、コンクリートの塩害抵抗性を評価するためには、数ヶ月間塩水に浸せきした後に、侵入した塩化物イオンを測定することなどが一般的です。しかし、塩分抵抗性を高めると、時間がかかる上に、侵入する塩化物イオンが少なくなるため、その改善の程度を評価することが困難です。

そこで、iMaRRC では、塩害抵抗性を迅速に評価する試験方法として、急速塩分浸透試験を提案しています。この試験は、1週間ほどで塩害抵抗性の評価が可能です。まず、コンクリートの円盤（φ10×5cm）を試験用のセルで挟み込み、陽極側のセルに NaOH 水溶液、陰極側セルに NaCl 水溶液を入れて直流定電圧を印加することで、塩化物イオンをコンクリート中に移動させます（Figure2）。その後、コンクリートを割裂し、硝酸銀溶液を噴霧すると、塩化物イオンが侵入した部分が白く変色します。この白く変色した部分の深さは、塩害抵抗性が高いほど浅くなるため、変色深さを測定することで、塩害抵抗性を評価することが可能になります（Photograph 1）。

急速塩分浸透試験に関する動画を iMaRRC ホームページに掲載しましたのでご覧ください。

※実験動画等のページ（short video）

<http://www.pwri.go.jp/team/imarrc/activity/movie.html>

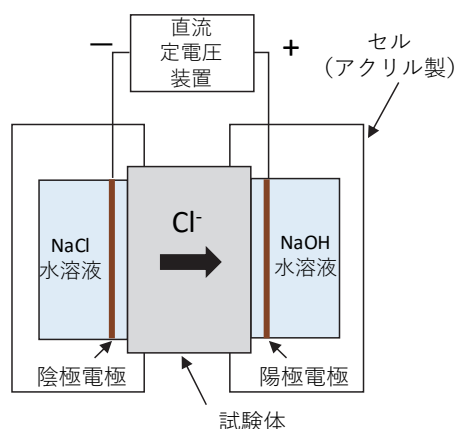


Figure2: Setup of the rapid chloride migration test

Rapid evaluation of chloride resistance of concrete cover

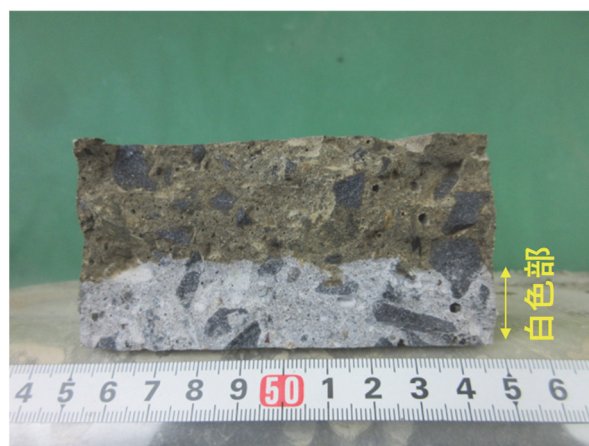
Reinforcements in concrete structures are protected against corrosion by a concrete cover. However, when a certain amount of chloride ions penetrate the concrete cover during the service life of concrete structures, chloride-induced corrosion can occur. It is, therefore, essential to enhance the chloride resistance of a concrete cover in order to ensure the durability of concrete structures under severe conditions like those observed in coastal areas.

Meanwhile, in order to evaluate the chloride resistance of concrete, the saltwater ponding test is generally carried out. However, it takes several months to conduct the test, and the evaluation becomes challenging when concrete with a high chloride resistance is tested.

The iMaRRC proposes a rapid chloride migration test to evaluate the chloride resistance of concrete. A concrete specimen (φ100×50 mm) is set into diffusion cells with a NaCl or NaOH solution, and voltage is applied by using a DC power supply (Figure 2). After applying the voltage, the specimen is split, and a silver nitrate solution is sprayed on the split surface to measure the chloride penetration depth (Photograph 1). This test takes approximately five days.

It is possible to evaluate the chloride resistance of the concrete cover because the chloride penetration depth decreases when the chloride resistance is enhanced.

The video recording of the rapid chloride migration test is available on the web page of the iMaRRC.



Photograph 1: Specimen after spraying silver nitrate solution

土木材料に関するワークショップの開催

コンクリートは比較的身近な土木用建設材料であり、日々目にするものですが、意識して注目されるものではありません。iMaRRCでは、そのような土木用建設材料について、一般の方々に知ってもらえるような活動を行っています。

■ 土木の日一般公開 コンクリートを作ろう！

2019年11月23日(土)に土木研究所・国総研にて土木の日一般公開が開催されました。iMaRRCでは、コンクリートへの理解を深めてもらうため、昨年度に引き続き「コンクリートを作ろう！」という体験コーナーを設けました。参加者の方々には、モルタルの原料であるセメント、砂、水(化学混和剤含む)を練り混ぜてもらい、紙コップを型としてミニプランター(photograph2)を製作してもらいました。また、ミニプランターが固まるまで、クイズにも答えてもらい、「サイコロ型のコンクリートはどのくらいの重さで壊れるの？」など、コンクリートについて知ってもらいました。今回の体験を通じて、身近にあるコンクリートに興味を持って頂けたら嬉しいです。体験コーナーには、多くの方々にご参加いただき、大盛況となりました(Photograph3)。

■ サイエンスコラボ2019 土木材料を体験しよう！

2019年11月16日(土)と17日(日)につくばカピオで「つくばサイエンスコラボ2019 科学と環境のフェスティバル」(主催:つくば市・つくば市教育委員会)が開催されました。iMaRRCは学園の森義務教育学校科学部の皆さんと合同で「土木材料を体験しよう！」を出展しました。内容は土木の日と同じですが、今回の出展では、私たちiMaRRCはサポート役に回り、科学部の皆さんを中心に、ミニプランター工作の説明や、クイズを出題してもらいました(Photograph4)。参加者の中には、なぜ早く硬くなるのか、混和剤の働きなどに興味を持って頂き、コンクリートについて理解を深めてもらえたと思います。学園の森義務教育学校科学部の皆さん、ご参加頂いた方々、ありがとうございました。

Workshop on construction materials

Concrete is a general material for constructing infrastructures but is not usually noticed on our daily life. The iMaRRC would like to provide opportunities to learn about construction materials such as concrete for common people.

Making concrete!

The PWRI and NILIM held a public open day on November 23, 2019. The iMaRRC holds an annual exhibition focusing on "Construction materials," and this year, the theme was "Making concrete!" the same as that of last year. To learn more about concrete, participants enjoyed making a mini planter consisting of mortar (Photograph 2). Cement, sand, and water were placed in paper cups and were mixed by using chopsticks.

While the mortar was hardening, the participants enjoyed quizzes about concrete, with questions like, "What is the load capacity of 10 mm-cubed concrete?". We are grateful for the event because the participants enjoyed learning about concrete, and the exhibition had many participants (Photograph 3).

Experiencing materials used in civil engineering!

The Tsukuba science collaboration was held on November 16 and 17, 2019, at Tsukuba Capiio (Photograph4). The iMaRRC and Gakuennomori mandatory education school together conducted an exhibition titled "Experiencing materials used in civil engineering," which was a similar exhibition to that held during the public open day.

Students who belonged to a science club made preparations for the mini planter (Photograph2) and for conducting quizzes about concrete, and the iMaRRC supported them in these preparations and activities.

Some participating were interested in the mechanism governing the hardening of concrete and the chemical admixtures used. We would like to convey our gratitude to the students and all the participants.



Photograph2: Mini planter



Photograph3: Public open day at PWRI and NILIM



Photograph4: Tsukuba science collaboration

第3回 iMaRRC セミナーを開催 iMaRRC Seminar

2019年11月13日に、つくば国際会議場において、第3回 iMaRRC セミナーを開催しました (Photograph5)。

iMaRRC セミナーは、土木材料や資源利用の分野で現在実施中の研究課題に関連する特定のテーマを設定して、専門家を交えた詳細な議論を通じて、その分野についての理解を深めるために開催する研究集会です。今回は、「下水処理場における草木系バイオマスの利用と課題」というテーマで講演、パネルディスカッションを行いました。当日は54名の来場客にご参加いただきました。

iMaRRC の重村上席研究員からの趣旨説明の後、iMaRRC 宮本主任研究員より「土木研究所の研究紹介・剪定枝等の下水汚泥焼却施設補助燃料利用」と題して、下水汚泥と剪定枝を混合焼却することによる消費エネルギー削減効果等の説明がありました。続いて、iMaRRC 山崎研究員より「土木研究所の研究紹介・草木系バイオマスの下水汚泥脱水助剤利用」と題して、脱水機を用いた草木系バイオマス混合による脱水試験結果等の説明がありました。

(公財) 日本下水道新技術機構の星野正明様からは「下水処理場における草木系バイオマスの有効活用検討調査」と題して、草木系バイオマスの種類別の資源化方法等についてご講演いただきました。

新潟市下水道部の小林真様からは「河川堤防刈草の混合嫌気性消化」と題して、新潟市の過去3年間の混合消化事業の結果等についてご講演いただきました。

東京都下水道局の中里博昭様からは「木質系バイオマスと下水汚泥の混合焼却」と題して、木質系バイオマス混合焼却実施による都市ガス使用量削減効果等についてご講演いただきました。

講演の後、重村上席研究員が進行役を務め、講演者全員でパネルディスカッションを行いました。下水処理場における資源・エネルギー利用に向けて求められること、下水処理場において草木系バイオマスを利活用するに当たり必要なこと、iMaRRC に期待される役割等について意見を交わし、下水処理場だけでなく河川管理等を含めた社会全体の草木系バイオマス利用の最適化が重要なこと、今後もデータ収集や情報発信をしていくべきという意見がありました。また、会場からもご質問、ご意見をいただきました。

iMaRRC セミナーでは、今後も材料・資源に関する様々な課題について議論を深めるために、旬なテーマを取り上げ、セミナーを開催して参ります。

The third iMaRRC seminar

The third iMaRRC seminar was held at Tsukuba International Congress Center on 13 November 2019 (Photograph 5). The iMaRRC seminar is a research meeting that focuses on research topics in the field of civil engineering materials and resource utilization, and has practical discussions by experts to deepen understanding. The theme of the seminar was “Utilization of vegetational biomass in sewage treatment facilities.” The seminar consisted of presentations and a panel discussion, and 54 participants attended the seminar.

A total of five presenters from the Public Works Research Institute (PWRI), Japan Institute of Wastewater Engineering and Technology, Niigata city, and Tokyo Metropolitan made presentations. Their presentations covered ‘research being conducted at the Public Works Research Institute’, ‘effective utilization of several kinds of vegetational biomass’, ‘anaerobic digestion of a mixture of sewage sludge and mown grass’ and ‘incineration of a mixture of sewage sludge and woody biomass’.

After the presentations, a panel discussion was held by the presenters. Topics such as ‘important concerns for resource utilization in sewage treatment facilities’, ‘necessary conditions for the utilization of vegetational biomass’, and ‘expected role of iMaRRC’ were discussed. Questions and opinions from the audience were also received.

During the upcoming iMaRRC seminar, we intend to take up exciting themes to expand the scope of the discussion on various topics concerning material and resource studies.



Photograph5: Third iMaRRC seminar

研究者紹介 iMaRRC Researchers

1. 西崎 到

1985年に旧建設省（現国土交通省）に入省し、土木研究所化学研究室に配属されました。以来、実に35年間、土木材料に関する研究に携わっています。大学では理学部化学科で主に有機化学を学びました。土木研究所では、コンクリートの塩害・ASRによる劣化や補修材料、高分子系土木材料の劣化と耐久性評価、鋼材の腐食・防食材料、土木分野における新材料の活用技術、繊維強化複合材料（FRP）の土木での活用やその耐久性など、様々な土木材料に関する研究に携わりました。土木に関する知識は土木研究所に入るまでは殆どなかったのですが、入ってすぐに土木構造物の規模の大きさに圧倒されましたが、その後、材料の耐久性研究で実施する、長い場合には数十年にわたる屋外暴露試験を知り、その時間的なスケールにも驚きました。土木材料の環境劣化は、使用環境条件下での材料の化学反応としてとらえることができるので、現象の理解には大学で学んでいた化学が活かせると感じます。

趣味はクラシック音楽で、聴くだけでなく自分で弾いたりするのも好きです。学生のころから合唱が大好きでしたが、今はチェロにはまっています。



Dr. Nishizaki Itaru the director of the materials and resources research group, joined PWRI in 1985. Since then, he has been working as a research engineer focusing on construction materials. His research work at PWRI over 35 years includes the study of the deterioration and rehabilitation of concrete damaged by salt and ASR (alkali-silica reaction), corrosion and protection of steel, utilization of new materials in construction, and the application and durability of fiber reinforced polymer (FRP) in construction, among others. Dr. Nishizaki primarily studied chemistry at university and found the subject to be useful in understanding the reactions concerning the deterioration and chemical changes in construction materials under various environments. He was not only impressed by the scale of construction, but also the time involved while undertaking such projects.

2. 新田 弘之

1992年に建設省（現国土交通省）に入省とともに土木研究所に配属され、以来、舗装用アスファルト材料、河川用ゴム材料、産業廃棄物の土木資材化、機能性新材料など様々な土木材料の調査・研究を行ってきました。土木材料としては比較的マイナーな材料を扱うことが多く、情報が少ない場合もあり、手探りでの研究となりがちで苦勞します。現在は、上席研究員として、研究マネジメントの仕事が多くなっており、実験を自ら行うことは少なくなってしまっていますが、研究の勘を失わないように、意識してできるだけ実験室や現場に足を運ぶようにしています。

出かける先にたまたまお城があることが多く、いくつか見ているうちに、段々とお城が好きになってきました。城マニアというほどの知識はありませんが、今のところ松江城が一番気に入っています。

工学は、単に物づくりをすることではなく、“人類の役に立つ”ことを目標とする学問と言われます。これからも人類の役に立つことを目標に研究していきたいと思っています。



Dr. Nitta Hiroyuki joined PWRI in 1992. He has studied various civil engineering materials at PWRI, including asphalt materials for use in pavements, the use of rubber materials in rivers, the recycling of industrial waste, and new functional materials. Currently, he is a chief researcher, and primarily focusses on research management, and he is less likely to conduct experiments himself. However, in order to keep abreast of recent research developments, Dr. Hiroyuki attempts to visit his laboratory and field as much as possible.

Recently, after visiting several Japanese castles, he has become an admirer. While he still says that he hasn't seen many castles, his favorite at the moment is the Matsue-jo Castle.

Engineering is not just about making things, but also about helping humanity and Dr. Hiroyuki would like to continue his research for this purpose.