

# IWA WWCE 2024

## 4차 미팅

2024-08-08

### 이 리 조

양수현, 이해든



# 비점오염원 저감시설

## | Mississauga Valley park

- Stormwater Management Facility
- 공원 하부에 저류지를 통한 강우 대응 (5,200 m<sup>3</sup>)
- 도심에 위치

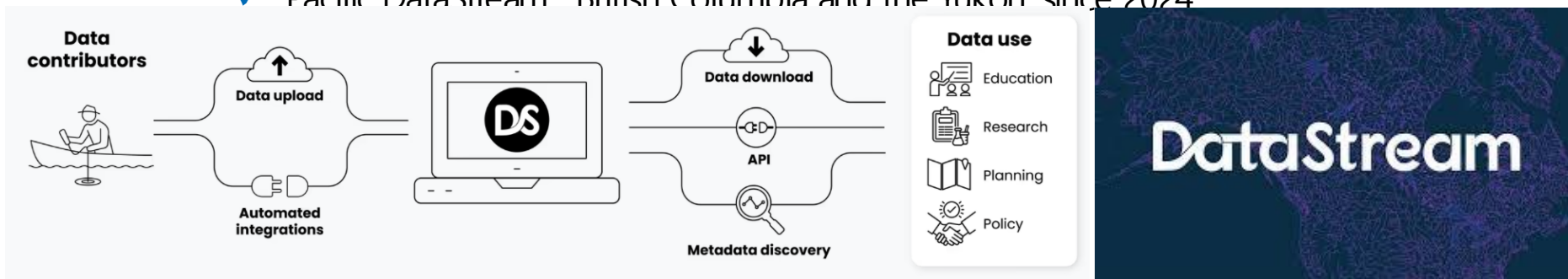
## | Lakefront Promenade Park

- Mississauga Waterfront Parks Strategy의 일환
- Strategy 개요
  - ✓ 목표 : 해안선 개선, 지속 가능한 개발, 커뮤니티 중심 개발
  - ✓ 주요 요소 : **공원 및 녹지 공간**, 산책로 및 자전거 도로, 환경 보호
- 비점오염원 저감시설 종류
  - ✓ Rain garden, bioswale : 식생을 활용한 자연 여과 및 정화
- 온타리오 호를 끼고 있음

# 인터뷰 대상 소개

## | DataStream

- 캐나다의 오픈 액세스 플랫폼
- 캐나다 전역의 여러 지역에서 **수질 데이터**를 모니터링, 공유 및 분석할 수 있도록 지원
- 표준화된 데이터 형식을 사용하며, 데이터의 무결성과 보안을 보장하기 위해 **블록체인 기술 활용**
- 따라서 연구, 정책 결정 등에 신뢰할 수 있는 데이터를 제공
- 현재 5개의 지역 허브 운영
  - ✓ Mackenzie DataStream : Mackenzie Basin, since 2016
  - ✓ Atlantic DataStream : Nova Scotia, New Brunswick, etc. since 2018
  - ✓ Lake Winnipeg DataStream : from central Alberta to northwestern Ontario, since 2019
  - ✓ **Great Lakes DataStream** : Great Lakes and Saint Lawrence Basin, since 2021
  - ✓ Pacific DataStream : British Columbia and the Yukon since 2024



# 인터뷰 대상 소개

## | Government of Ontario

- 온타리오 주 정부의 Environment and energy 부서
- 담당하고 있는 업무
  - ✓ Drinking water : 온타리오 주의 먹는 물 규제
  - ✓ Great Lakes and Watersheds : Great Lakes 보호 및 복원



## | inCTRL

- 수처리 공정 모니터링, 제어 및 최적화를 위한 소프트웨어 개발 및 Solution 제공
- 주요 소프트웨어: SIMBA#
  - ✓ 폐수 처리 공정 시뮬레이션 하여 최적화
- Digital Solution
  - ✓ Advanced Control Solutions
  - ✓ Data Quality Management
  - ✓ Soft Sensors
  - ✓ Digital Twins

# 인터뷰 질문 요약

## | DataStream

- 데이터 수집 및 처리 방법
  - ✓ 데이터 주요 수집 방법 질문 및 의문 제기
  - ✓ 빅데이터 수집 방법
- 현장 정보
  - ✓ Satellite data 분석을 통해 생기는 의문을 현장 상황에 따른 원인이 있는지 질문
  - ✓ 현장에 직접 가기에는 제한적이므로 직접 가보지 않으면 알 수 없는 정보들 질문

이리조 (7조)		
DataStream		
주제	질문 (한글)	질문 (영어)
데이터 수집 및 처리 방법	샘플링 사이트들은 많은데, 측정된 횟수는 매우 적다. 부표로 측정된 것이면 주기적으로 측정됐을텐데, 이 데이터들은 어떤 방식으로 얻은 것이고 왜 그러한 방법을 썼는가?	There are many sampling sites, but most are measured only a few times. If that data collected by buoy, it is measured periodically. How did you measure the data, and why did you choose this method?
	환경 데이터는 대체로 빅데이터인데 측정하지 않는 경우는 주로 어떠한 방식으로 데이터를 얻는가?	Environmental data is primarily big data. If not measured directly, how is this data obtained?
	데이터를 제공할 때 raw data로 제공하는가 아니면 직접 처리해서 제공하는가? 처리를 한다면 어디까지 해서 제공하는가?	Is the data provided as raw data, or. Is it processed and provided directly? If process it, to what extent do you process it before providing it?
	Lake Erie에서 chlorophyll-a 데이터를 살펴봤는데 전부 in-situ data인 것 같다. 위성 데이터를 사용하지 않는 이유가 있나?	I have examined the chlorophyll-a data for Lake Erie, and it all seems to be in-situ data. Is there a reason why satellite data is being used?
	NASA, NOAA와 같이 캐나다의 수질 데이터를 제공하는 곳은 많다. 캐나다 조직의 데이터만 사용하는 이유가 있나?	There are many organizations, such as those from NASA and NOAA, that provide water quality data, including for Canada. Is there a reason why you only used Canadian organizations.
	우리는 주로 데이터를 얻을 때 직접 다운로드하거나 크롤링 방법을 사용하는데, 추천해줄 다른 방법이 있는가?	We primarily download data directly or use web crawling. Are there any other methods you would recommend?
현장 정보	Satellite을 이용해서 Lake Erie의 Chlorophyll-a 농도를 분석해보았는데, In-situ로 측정해보면 실제로도 Western 뿐만 아니라 Shoreline과 나아가라 강 유역에도 Chlorophyll-a가 높게 측정되고 있나?	I have analyzed the Chlorophyll-a concentration in Lake Erie using satellite imagery. When measured in-situ, do the Chlorophyll-a levels also appear high not only in the Western region but also along the shoreline and in the Niagara River area
	Chlorophyll-a가 Cyanobacteria를 대표한다고 할 수 없다고 알고 있는데, 실제 측정하게 되면 Cyanobacteria가 적은 데도 Chlorophyll이 높게 측정되는 경우가 많은가?	I understand that Chlorophyll-a is not necessarily representative of Cyanobacteria. In actual measurements, are there many cases where Chlorophyll-a levels are high even in areas with low Cyanobacteria?

# 인터뷰 질문 요약

## | Government of Ontario

- Lake Erie
  - ✓ 논문 작성 중 데이터 분석 과정에서 생기는 의문에 대한 질문
- Digital Twin
  - ✓ 온타리오 주의 디지털 트윈 기술을 활용한 공공수역 관리 여부

Government of Ontario		
주제	질문 (한글)	질문 (영어)
Lake Erie	Satellite을 이용해서 Lake Erie의 Chlorophyll-a 농도를 분석해보았는데, 실제로도 Western 뿐만 아니라 Shoreline과 나이아가라 강 유역에도 Chlorophyll-a가 높게 측정되고 있나?	I have analyzed the Chlorophyll-a concentration in Lake Erie using satellite imagery. Are the Chlorophyll-a levels also high in the shoreline and Niagara River areas, in addition to the western region, when measured in-situ?
	우리가 Satellite data를 이용해서 Lake Erie의 전체적인 Chlorophyll-a 농도 패턴과 Long Term trend를 분석하는 연구를 진행 중에 있는데, 이게 현장에서 봤을 때 적용이 가능할 것으로 보이는가?	We are conducting a study using satellite data to analyze the overall Chlorophyll-a concentration patterns and long-term trends in Lake Erie. Do you think this approach would be applicable when observed in the field?
	Canada-Ontario Lake Erie Action Plan을 진행 중에 있는데 Maumee 강과 클리블랜드에서 유입되고 있는 Nutrients들을 어떻게 통제하고 있는가?	We are working on the Canada-Ontario Lake Erie Action Plan. How are the nutrients flowing from the Maumee River and Cleveland being controlled?
Digital Twin	요즘 디지털 트윈 기술이 모든 분야에서 화두이다. 한국에서는 공공수역에 디지털 트윈 기술을 적용하기 위해 노력 중인데 Ontario에서는 진행하고 있는 기술이 있는가?	Nowadays, digital twin technology is a hot topic in all fields. In Korea, we are working to apply digital twin technology to public water bodies. Are there any ongoing projects in Ontario using this technology?
	진행하고 있다면, 적용분야는 수생태계, 수질 중 어떤 분야이며 활용도와 원하는 목표 성능은 어느 정도인가?	If digital twin technology is being implemented, in which areas is it being applied: aquatic ecosystems, water quality, or other fields? What is the level of utilization and the desired performance goals?
	진행하고 있지 않다면, 어떤 문제 혹은 한계로 인하여 진행하지 못하고 있는가?	If digital twin technology is not being implemented, what issues or limitations are preventing its progress?
	Great Lakes인 온타리오호는 각 basin마다도 그 흐름이나 기상들이 달라지는데 디지털 트윈 기술이 Great Lakes와 같은 거대한 호수에도 적용할 수 있을 것으로 보는가?	Lake Ontario, as part of the Great Lakes, has varying flow patterns and weather conditions across its different basins. Do you think digital twin technology can be effectively applied to such large lakes as the Great Lakes?

# Session 주제

## | Track 1. Water Utility Management

- TS 1.1 – How to go digital as a water utility
- TS 1.2 – Real world digital twin applications
- TS 1.4 – Digital maintenance approaches

## | Track 6. Water Resources and Large-scale Water Management

- TS 6.6 – Integrated water resources management and climate change
- TS 6.9 – Water resources management towards Sustainable Development (SDG): Energy and resources management

## | 그 외

- TS 3.15 – Water Quality Standards, Regulations and Economics
- TS2.18 – Microbial electrochemistry & microalgae

# 발표자 관련 논문

## | TS 3.15 – Water Quality Standards, Regulations and Economics

- 발표 1 : Cyanobacterial Bloom Management: Technology Performance & Optimisation Assessments, [Arash Zamyadi, Australia](#)
- 발표 2 : Severe Wildfire In Fort McMurray, Canada: A Legacy Of Threats To Water Quality And Treatability, [Monica Emelko, Canada](#)
- 발표 4 : Effects of UV-C irradiation on cellular metabolisms and precursors of disinfection byproducts during algal growth, [Sidik Fahrudin, Taiwan](#)

## | TS - 2.18 Microbial Electrochemistry & Microalgae

- Chair : [Juan Antonio Baeza, Spain](#)

# 발표자 관련 논문

| TS 3.15 – 발표 1 : Arash Zamyadi

- 청색세균 실시간 관리를 위한 모니터링 기술의 리뷰: 최근 발전 및 향후 방향

논문 제목	A review of monitoring technologies for real-time management of <u>cyanobacterial</u> : Recent advances and future direction		
저자	A. Zamyadi et al.		
발행년도	2016	발행처	Trends in Analytical Chemistry
Key word	<u>cyanobacteria</u> , <u>in situ</u> fluorescence, pigment, <u>cyanotoxin</u> , monitoring, management		
<b>요 약</b>			
<p>물 공급원에서 유독성 남조류(청록조류) 번식의 빈도가 증가함에 따라, 현재 실험실 분석 방법의 소요 시간이 이틀에서 다섯 일 걸리는 것을 고려할 때, 더 빠른 대응 시간이 필요하다. 온라인 형광 프로브는 특정 색소를 측정하여 남조류를 신속하게 감지할 수 있지만, <u>자연 환경에서의 수질 간섭</u>으로 인해 그 효과가 저해된다. 간섭과 편향의 원인을 조사하고, 이러한 프로브의 물 모니터링에 대한 적용 가능성을 평가하였다. 실험실 및 현장 검증 결과, 판독 값이 충분히 정확할 수 있음을 보여주었다. 그러나 식별된 간섭에 대한 보정 절차는 추가적인 현장 검증이 필요하다. 형광 프로브는 공장 운영 중 의사 결정에 도움을 줄 수 있지만, 사용자는 측정을 해석할 때 간섭의 원인을 이해해야 한다.</p>			

# 발표자 관련 논문

| TS 3.15 – 발표 2 : Monica Emelko

- 대형 하천 시스템에서 화재 이후 수생 생태계를 변화시키고 하류의 유산 효과를 유발하는 퇴적물-인 역학

논문 제목	Sediment-phosphorus dynamics can shift aquatic ecology and cause downstream legacy effects after wildfire in large river systems		
저자	B. Emelko et al.		
발행년도	2016	발행처	Global Change Biology
Key word	climate change, cumulative watershed, effects, eutrophication, land disturbance, phosphorus, sediment, treatability, wildfire		
<b>요 약</b>			
산림 유역에서 발생하는 심각한 산불과 이로 인한 식수 공급 및 수생 생태계에 대한 해로운 영향을 다루고 있다. 특히 큰 강 유역 규모에서 거의 문서화되지 않은 인(Phosphorus, P) 수준과 형태에 초점을 맞추어 산불이 물의 질에 미치는 장기적인 영향을 강조한다. 이 연구는 남부 앨버타, 캐나다의 두 강 유역에서 심각한 산불이 발생한 후 6년 및 7년 후(2009-2010년) 동안 인의 종류 및 흡착 행동을 조사한다. 연구 결과, 미세한 부유 침전물에는 생물 이용 가능한 입자형 인(NAIP) 수준이 더 높으며, 이러한 영향이 하류까지 지속되어 물의 질과 수생 생태계에 산불의 영향이 오랫동안 남아 있음을 확인했다.			

# 발표자 관련 논문

| TS 3.15 – 발표 2 : Monica Emelko

- 미생물 군집을 설명하는 차세대 시퀀싱 데이터의 다양성 분석 향상을 위한 반복적인 희귀화 방법

논문 제목	Enhancing diversity analysis by repeatedly rarefying next generation sequencing data describing microbial communities		
저자	S. Cameron et al.		
발행년도	2021	발행처	Scientific reports
Key word	-		
요 약			
미생물 군집의 신속하고 민감한 분석을 가능하게 하는 <u>암플리콘 시퀀싱</u> 의 발전에 대해 논의한다. 배양이나 현미경이 필요 없는 이 방법의 중요성을 강조하며, 시료 간 다양성을 비교할 때 라이브러리 크기 정규화의 중요성을 언급한다. 다양한 시료는 종종 생물학적 변이를 정확히 반영하지 않는 다양한 라이브러리 크기를 가지므로 이를 조정해야 한다. 저자들은 반복적 희석을 정규화 기법으로 제안하여 <u>시퀀스의 비례</u> 대표성을 보장하고 <u>부분 샘플링에 의해</u> 도입된 무작위 변이를 특성화하려고 한다.			

# 발표자 관련 논문

| TS 3.15 – 발표 : Sidik Fahrudin

- Three-Compartment 반응기에서 매립 침출수의 유기물 및 질소 화합물 제거에 대한 전기응집 공정의 성능

논문 제목	The Performance of <u>Electrocoagulation</u> Process in Removing Organic and Nitrogenous Compounds from Landfill <u>Leachate</u> in a Three-Compartment Reactor		
저자	<u>Bagastyo et al.</u>		
발행년도	2022	발행처	Journal of Ecological Engineering
Key word	current densities, <u>electroagulation</u> , <u>humic substances</u> , <u>stabilized leachate</u> , wastewater treatment		
<b>요 약</b>			
매립지 침출수에서 유기 및 질소 오염 물질을 줄이는 데 전기응집(EC) 공정의 효과를 조사한다. 세구획 전기화학 반응기가 생물학적 처리 전에 전처리 단계로 사용되었다. 연구는 다양한 pH 수준(4, 6, 8)과 전류 밀도(20.83 및 29.17 mA cm <sup>-2</sup> )에서 화학적 산소 요구량(COD), 생화학적 산소 요구량(BOD), 암모니아 및 질산염의 제거 효율을 분석했다. 결과는 특히 pH 4에서 유의미한 제거율을 나타내며, 안정화된 매립지 침출수 처리에서 EC의 잠재력을 강조했다.			

# 발표자 관련 논문

| TS 3.15 – 발표 1 : Arash Zamyadi

- *Microcystis aeruginosa*와 *Anabaena flos-aquae*의 오존 산화: 세포 무결성 및 염소화 부산물 형성에 미치는 영향

논문 제목	Oxidation of <i>Microcystis aeruginosa</i> and <i>Anabaena flos-aquae</i> by ozone: Impacts on cell integrity and chlorination by-product formation		
저자	A. Coral et al.		
발행년도	2013	발행처	Water Research
Key word	Cyanobacteria, Ozonation, Cell integrity, Dissolved organic carbon, Chlorination by-products		
<b>요 약</b>			
오존 처리가 시아노박테리아 세포인 <i>Microcystis aeruginosa</i> 와 <i>Anabaena flos-aquae</i> 에 미치는 영향을 조사한다. 연구는 오존 처리가 세포 손상과 용해를 일으키는 정도를 평가하고, 세포 생존성 상실을 위한 오존 농도와 접촉 시간(CT)을 결정하며, 오존 처리 중 세포 내 화합물의 방출과 소독 부산물(DBPs) 형성에 미치는 기여를 분석했다. 결과적으로, 두 종 모두 특정 오존 용량에서 빠른 생존성 상실을 경험했으며, DOC 방출이 pH와 오존 용량에 따라 상당히 달라지는 것으로 나타났다.			

# 발표자 관련 논문

| TS 2.18 – Chair : Juan Antonio Baeza

- 생물학적 영양소 제거 과정에서의 질소 산화물(N<sub>2</sub>O) 배출에 대한 리뷰

논문 제목	A review on <u>nitrous oxide</u> emissions during biological nutrient removal from municipal wastewater and sludge reject water		
저자	<u>Massara et al.</u>		
발행년도	2017	발행처	Science of the Total Environment
Key word	<u>BNR</u> , <u>N2O emission</u> , <u>Nitritation/denitritation</u> , <u>Anammox</u> , <u>Nitrifier denitrification</u> , <u>Modeling</u>		
<u>요 약</u>			
폐수 처리에서 생물학적 영양소 제거(BNR) 과정 중 발생하는 아산화질소(N <sub>2</sub> O) 배출을 다룬다. N <sub>2</sub> O는 이산화탄소보다 온실 효과가 265배 강력하여, 미미한 배출도 폐수 처리 시설(WWTPs)의 탄소 발자국에 큰 영향을 미칠 수 있다. 연구는 N <sub>2</sub> O 배출에 관여하는 미생물 경로(예: 히드록실아민 산화, 질화세균 탈질)와 배출을 약화시키는 요인(예: 낮은 용존 산소, 높은 아질산염 농도)을 설명한다.			

# THANK YOU

감사합니다.