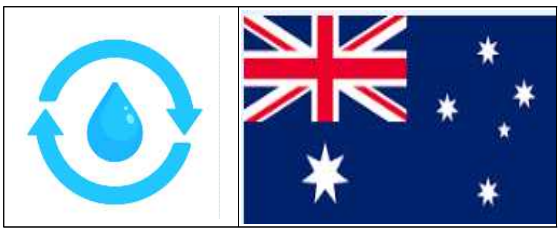
2026. 3

-물관리 혁신과 지속가능한 수자원행정을 위한 글로벌 학습과정-

2026'년도 전국자치단체 상하수도 담당공무원 공무국외연수

공무국외연수(호주) 결과보고서 참고 자료



● 연수일정 : 2026. 3. 25(수) ~ 4. 1(수)

● 연수국가 : 호주 (멜버른, 시드니)

본 자료는 공무국외연수 결과보고서 작성 지원을 위한 참고용 자료로서, 비전문가의 번역 및 외부 공개자료를 기반으로 편집·요약한 비공식 자료이오니 보고서 작성 시 참고용으로만 활용하시기 바랍니다.

아울러, 본 자료의 모든 구성 내용 및 편집 형식은 행정자치연수원(LATI)의 지적재산 권에 해당하므로, 무단 복제·배포·인용·전재를 금합니다. 외부 기관 또는 제 3자에게 제공하거나 공개 시에는 사전 협의 및 승인 절차를 반드시 거쳐야 하며, 이를 위반할 경우 법적 분쟁 또는 손해배상의 책임이 발생할 수 있음을 유의하시기 바랍니다.

lati 행 정 자 치 연 수 원

연수 배경 및 목적

1. 추진 배경

최근 기후 위기의 심화, 상하수도 시설의 노후화 가속, 물 재이용 확대 요구 증대 등으로 인해 단순 시설 운영을 넘어 재해 대응형·지속 가능형 관리 체계로의 전환이 시급한 상황이다.
특히, 국내 지방자치단체는 다음과 같은 복합적인 난제에 직면해 있다.

기후 위기에 따른 재해 구조 변화
집중호우·홍수·가뭄 등 극단적 기상 현상이 빈번해지면서 시설의 내수능력과 월류 방지 능력 강화가 필수적이다.

노후 시설 교체 비용 가중
1970~80년대에 집중 건설된 상하수도 시설의 노후화로 인한 교체 비용이 지방재정을 압박하고 있다.

환경 기준 강화 및 탄소중립 요구
수질 기준 강화와 탄소중립 목표 달성을 위해 고도 하수처리 기술 도입 및 에너지 자립화가 요구된다.

재정 건전성 악화
요금 현실화 지연 등으로 인한 수익성 악화가 기업회계 운영의 건전성을 위협하고 있다.

본 연수는 호주의 선진 상·하수도 거버넌스와 운영 모델을 벤치마킹하여, 정수·하수·재이용을 포괄하는 **'통합 물관리(Integrated Water Cycle Management, IWCM)'** 체계를 분석하고자 기획되었다.

이를 통해 국내 지방자치단체의 중·장기 발전 방향을 수립하고 현장 적용 가능한 개선 방안을 마련하고자 한다.

2. 연수 취지

◯ 선진 기술 및 운영 모델 비교분석

◯ 상하수도 운영시스템 문제 해결과 정책방안 수립 모색

◯ 국제적 마인드 향상과 선진 기술 체험습득

◯ 자치단체 관련 분야의 지속 가능한 발전 도모

3. 연수 목적

1) 선진 기술 및 운영 모델 비교 분석

- 호주의 최고 수준 상하수도 기술과 운영 모델을 벤치마킹하여 국내 시스템 혁신에 기여한다.

2) 통합 물관리 거버넌스 학습

- 정수·하수·재이용·도시 계획을 아우르는 통합 물관리 체계를 이해하고 국내 적용 방안을 모색한다.

3) 위기 관리 체계 선진화

- 가뭄·홍수·수질 사고 등 위기 상황별 대응 매뉴얼 및 제한급수 제도를 학습하여 국내 제도화를 검토한다.

4) 자원 순환형 하수처리 연구

- 하수 처리장의 에너지 자립, 슬러지 자원화 등 순환형 처리 모델을 연구한다.

5) 물 순환 도시 개발 사례 조사

- 물 재이용과 재활용이 구현된 도시재생·신도시 시범사업 (Barangaroo 등) 을 조사하여 정책 시사점을 도출한다.

6) 국제 협력 네트워크 구축

- 현지 기관과 친밀한 정보교류 채널을 구축하고 향후 협력 방안을 논의한다.

연수 기본 사항

구 분	내 용
연수 명칭	**자치단체 상하수도 업무공무원 직무강화 공무국외연수**
연수 국가	호주
연수 도시	멜버른, 시드니
연수 기간	2026. 3. 25(수) ~ 2026. 4. 1(수) / 7박 8일
주최	행정자치연수원 (지방의회·공무원 공무국외연수 전문교육원)
방문 기관	1. Melbourne 시청& 카운실 2. Melbourne Water 3. Sydney 시청& 카운실 4. Water NSW
현장 시찰	1. Barangaroo (친환경 신도시 지역) 2. Sydney 오페라 하우스(내부) : 관광객 밀집구역 상수체계 3. 블루마운틴 : 주요 명소 상하수 체계
연수 인원	12명
교통편	항공 : 아시아나항공(OZ6033), 젯스타항공(JQ512, JQ047) 버스 : 도시 이동

주요 일정

날짜	도시	교통	주요 방문·시찰 내용
3.25 (수)	인천 멜버른	OZ6033	인천공항 집결 (06:00) / 출발 (08:00) 멜버른 도착 (20:30)
3.26 (목)	멜버른	차량	**▣ City of Melbourne & Council 공식방문** - 도시 물관리 전략 (Total Watermark), 빗물 관리 시찰 - 주요 관심사항 질문 / 답변
3.27 (금)	멜버른	차량	**▣ Melbourne Water 공식방문** - 광역 하수처리 및 재이용 시스템 - 에너지 자립형 처리장 시찰 - 주요 관심사항 질문 / 답변
3.28 (토)	멜버른 시드니	JQ512	공항 이동 (11:05→12:30) / 시드니 도시 인프라 시찰
3.29 (일)	시드니	차량	**Barangaroo 신도시 현장 시찰** - 물 긍정 (Water Positive)·탄소중립 도시인프라 시찰 - 물관리 연계정책
3.30 (월)	시드니	차량	**▣ City of Sydney & Council 공식방문** - 하수관로 관리 정책 - 주요 관심사항 질문 / 답변
3.31 (화)	시드니	차량	**▣ Water NSW 공식방문** - 광역 정수·하수 통합 운영, 위기 대응 전략 학습 - 담수공급 시스템 학습 - 주요 관심사항 질문 / 답변
4.1 (수)	시드니 인천	JQ047	공항 이동 → 시드니 출발 (11:45) → 인천 도착 (20:15)

호주 개황 및 상하수도 현황

1. 호주 국가 개황

지리·인구 현황

: 호주는 오세아니아 대륙에 위치한 세계 6위 면적 (약 769 만 km²) 의 국가로, 인구는 약 2,700 만 명 (2025 년 기준) 이다. 국토의 약 70% 가 건조·반건조 지역으로 구성되어 있어 수자원 확보와 관리가 국가적 핵심 과제이다.
멜버른 (빅토리아주) 과 시드니 (NSW 주) 는 호주 인구의 약 40% 가 집중된 주요 도시권이다.

기후 및 수자원 여건

: 기후 변동성이 매우 높아 엘니뇨·라니냐 현상의 영향을 크게 받는다.
2000 년대 초반 약 10 년간 지속된 **'밀레니엄 가뭄 (Millennium Drought)'**은 댐 저수율을 20% 미만으로 떨어뜨렸으며, 이를 계기로 호주 전역의 수자원 관리 체계가 근본적으로 재편되었다.
현재는 가뭄과 홍수가 반복되는 극단적 기후에 대응하기 위한 통합적 수자원 관리 역량이 고도화되어 있다.

행정 체계

: 연방정부, 6 개 주 정부, 2 개 준주 정부로 구성된 연방제 국가이다.
상하수도 사업은 주정부 소관이며, 각 주마다 독자적인 수자원 관리 법규와 기관을 운영한다. 연방정부는 '국가 물 이니셔티브 (National Water Initiative, NWI)'를 통해 전국 단위의 수자원 정책 방향을 조율한다.

2. 호주 상하수도의 주요 특징

호주의 상하수도 시스템은 세계에서 가장 건조한 대륙이라는 지리적 특성과 '밀레니엄 가뭄'이라는 혹독한 기후 위기를 극복하는 과정에서 고도화되었습니다. 이로 인해 호주는 **극단적 기후에 대응하는 회복력 (Resilience)**, **자원 순환형 인프라**, **투명한 거버넌스**를 핵심으로 하는 세계적 수준의 물관리 체계를 구축했습니다.
주요 특징은 다음과 같이 5 가지로 정리할 수 있습니다.

1) 광역 수자원 관리 기능 분리 (Unbundling)

: 주요 도시는 광역 수자원 관리 기관과 도시 상하수도 기관을 분리하는 이원화 구조를 채택하고 있다.

빅토리아주의 **Melbourne Water**, NSW 주의 **WaterNSW**가 광역 원수 공급 및 도매 기능을 담당하고, **Sydney Water**, **Yarra Valley Water** 등 도시 단위의 소매 기관이 정수·배수·하수 처리·요금 징수를 담당한다.

이는 광역 관리의 전문성을 강화하고 기관별 성과 측정을 용이하게 한다.

2) 독립적 요금 심의 제도

: 상하수도 요금은 독립된 규제 기관이 심의·결정한다.

빅토리아주 **ESC(Essential Services Commission)**, NSW 주 **IPART**가 서비스 기관의 요금안을 심사하여 소비자 보호와 사업자의 경영 효율화를 동시에 도모한다.

3) 다중 수원 포트폴리오 (Multi-Source Water Portfolio)

: 밀레니엄 가뭄 이후 단일 수원 의존도를 축소하기 위해 다변화된 수원 체계를 구축했다.

시드니는 워라감바 댐 등 기존 지표수 외에 쿠르넬 해수담수화플랜트 (일일 9,000만 리터), 지하수, 재이용수를 확대했다.

빅토리아주도 2012 년 빅토리아 해수담수화플랜트를 가동하여 비상 시 핵심 수원으로 활용한다.

4) 물 재이용 및 순환경제 강화

: 재이용 분야에서 세계적 수준을 유지한다.

퀸즐랜드주의 'Advanced Water Treatment Plant(AWTP)'를 통한 간접 음용 재이용 (IPR), 시드니의 '통합 물순환관리 (IWCM)' 등이 대표적이다.

최근에는 직접 음용 재이용 (DPR) 에 대한 정책 논의가 활발히 진행 중이다.

5) 위기 대응 전략의 체계적 통합

: 기후변화 대응 전략을 수자원 관리의 핵심 요소로 통합했다.

실시간 모니터링 시스템, 가뭄 대응 계획 (Drought Response Plan), 지역별 위험 관리망을 제도화하여 '평시 대비 (Business as Usual)' 원칙下에 위기를 관리한다.

방문 기관 소개 및 방문 결과

□ 방문 기관 명칭 : 1. City of Melbourne (멜버른 시의회)



□ City of Melbourne (멜버른 시청. 시의회)

1. 기관 개요 및 역할

멜버른 시의회는 지방정부로서 도시 계획, 환경 관리, 공공공간 운영, 지속 가능 도시 개발 전략을 총괄한다. 상하수도 분야에서는 하수 처리 시설 운영보다는 도시 물 관리 (Urban Water Management)를 주도하며, 환경 친화적 개발 기준 설정과 빗물 관리 정책을 수행한다.

멜버른 시의회 (City of Melbourne) 는 지방정부로서 상하수도 시설 운영 (Melbourne Water 소관) 은 직접 담당하지 않으나, 도시 계획·개발 인허가·공공공간 설계 권한을 활용하여 선진적인 도시 물관리 (Urban Water Management) 정책을 성공적으로 추진해 왔다. 2000 년대 '밀레니엄 가뭄'으로 댐 저수율이 30% 미만까지

추락하는 위기 상황에서, 시의회는 상수도 의존도를 낮추고 비전통적 수원 (빗물, 재이용수, 지하수) 을 확대하는 혁신 전략을 수립하였다.

2. 핵심 비전

'Total Watermark – City as a Catchment' 전략이 그 핵심으로, 도시 전체를 하나의 물순환 단위로 인식하고 빗물·하수·지하수를 통합 관리하여 물 자급률을 획기적으로 높이는 것을 목표로 한다. 이 정책은 멜버른을 세계적 수준의 '물 민감 도시 (Water Sensitive City)'로 만들었으며, 기후변화 대응과 도시 열섬 완화, 생태 복원까지 동시에 달성한 글로벌 벤치마크로 평가받는다.

■ City of Melbourne 물관리 주요 핵심 정책과 주요 성과

City of Melbourne의 물관리 성공을 이끈 핵심 정책은 **'Total Watermark – City as a Catchment'** 전략을 정점으로, 규제·인센티브·기술·협력을 유기적으로 결합한 정책의 내용과 성과는 다음과 같다.

정책 1) Total Watermark- City as a Catchment(도시 전체를 하나의 유역으로)

◯ 정책 개요

비전: 도시 전체를 하나의 물순환 단위 (Catchment) 로 인식하여 빗물·하수·지하수를 통합 관리

목표: 2030 년까지 도시 전체 물 사용량의 30% 이상을 비전통적 수원 (빗물, 재이용수, 지하수)으로 충당

추진 기간: 2009 년 도입 → 현재 3 차 계획 (2020~2030) 추진 중

◯ 핵심 추진 과제

빗물 수집·재이용 의무화: 공공건물·공원·신규 개발단지에 빗물 탱크 및 지하 저류조 설치

재이용수 공급 확대: Melbourne Water 와 협력하여 고도 처리수를 공원 관수·화장실 세정수로 공급

지하수 함양 촉진: 투수성 포장·빗물정원을 통해 빗물을 지하로 침투시켜 지하수위 회복

절수 기기 보급: 가정·기업에 절수형 샤워기·변기·수도꼭치 보급 지원 (보조금 지급)

◯ **주요 성과**

- 2010 년 대비 도시 식수 사용량 **40% 감축** (1 인 일일 155L → 95L)
- 공원 관개용수의 **60% 이상을 재이용수·빗물**로 대체
- 2025 년 현재 비전통적 수원 의존도 **28% 달성**

정책 2) WSUD (Water Sensitive Urban Design) 의무화 제도

◯ **정책 개요**

성격: 신규 개발 사업 인허가 시 물순환 기준 준수를 의무화하는 규제 정책
근거: 'Melbourne Planning Scheme' 조항 및 시의회 조례
적용 대상: 연면적 500㎡ 이상 모든 신규 개발·재개발 사업

◯ **의무화 기준 및 시설**

빗물 유출량 저감: 개발 전 자연 상태 수준의 빗물 유출량으로 저감 의무화 (70% 이상 감축 목표)

필수 설치 시설:

- 빗물정원 (Rain Garden): 도로변·주차장 식생 여과 시설
- 투수성 포장: 주차장·보도 블록 투수성 재질 시공
- 지하 저류조: 건물 지하 빗물 탱크 (화장실 세정수·조경용수 재이용)
- 생태 수로 (Bioswale): 도로 변 식생 도랑 (오염물질 제거)

◯ **심사·이행 절차**

- 개발사업자가 물순환 영향 평가서 제출
- 시의회 환경 전문가가 설계 도면 심사 (WSUD 기준 충족 여부)
- 승인 시 개발 허가 발급, 준공 시 현장 검증 (미이행 시 준공 불허)

◯ **주요 성과**

- 2010 년 이후 신규 개발 단지 빗물 유출량 70% 이상 감축
- 도심 하천 수질 개선 (부유물질·중금속 60% 이상 저감)
- 2023 년 기준 멜버른 시내 500 개 이상 빗물정원 설치 완료

정책 3) 공공시설 물 자립 (Water Self-Sufficiency) 모델 확산 정책

◯ **정책 개요**

비전: 공원·운동장·공공청사 등 대규모 공공시설의 상수도 사용량을 **제로 (Zero)** 달성

추진 방식: 빗물 수집·정화·재이용 시스템을 공공시설에 우선 도입하여 시범 모델 창출

◯ **대표 사례: Fitzroy Gardens 빗물 Harvesting 시스템**

시설 규모: 지하 3,000m³ 빗물 저류조, 모래여과 + UV 소독 정화시설

운영 방식: 공원 내 지붕·포장면 빗물 수집 → 정화 → 스마트 관개 시스템으로 자동 급수

성과: - 연간 1,200 만 리터 상수도 대체 (**상수도 사용량 100% 절감**),
- 연간 1 억 2 천만 원 요금 절감

◯ **확대 계획**

- 2030 년까지 시내 주요 공원 20 개소로 물 자립 모델 확대
- 학교·체육관 등 공공건축물로 대상 확장

정책 4) 스마트 강우 모니터링 및 침수 예방 시스템

◯ **정책 개요**

배경: 기후변화로 국지성 호우가 빈번해짐에 따라 ICT 기반 실시간 침수 예방 체계 구축

추진 주체: City of Melbourne × Melbourne Water × 기상청 (BOM)

◯ **핵심 기술 및 시스템**

IoT 수위 센서: 주요 배수구·하천 50 개소 초음파 수위계 설치 (실시간 모니터링)

스마트 펌프 제어: 수위 데이터 기반 지하 저류조 펌프 원격 자동 제어 (피크 유량 분산)

AI 침수 예측 모델: 기상청 강우 예보 연동, 1·3 시간 후 침수 위험 지역 예측·경보

시민 알림 앱: 'Melbourne Waterway' 앱으로 침수 위험 정보·대체 경로 실시간 제공

◯ **주요 성과**

- 2020~2025 년 국지성 호우 시 **침수 피해 60% 감축**

- 배수관로 병목 지점 사전 파악으로 유지보수 비용 30% 절감
- 시민 침수 인지 시간 15 분 → 3 분으로 단축

City of Melbourne의 상하수도 정책은 각각 독립적으로 작동하는 것이 아니라, 'Total Watermark'라는 공통 비전 하에 유기적으로 연계되어 시너지를 창출한다.

- **WSUD 의무화**는 신규 개발의 물순환 기준을 강제하고,
- **공공시설 물 자립 모델**은 민간에 롤모델을 제시하며,
- **스마트 모니터링**은 재해 대응력을 강화하고,
- **규제·인센티브 병행**은 민간 참여를 유도하며,

이 모든 것이 **Total Watermark 전략**의 2030 년 목표 (물 자급률 30%) 달성을 견인한다. 이러한 **통합적·체계적 정책 패키지**야말로 멜버른을 세계적 수준의 '물 민감 도시'로 만든 핵심 성공 요인이다.

■ 주요 관심 사항 질문 / 답변

Q1. 'Total Watermark' 전략의 성과 지표와 누적 현황은?

A. 도시 물 자급률, 재이용수·빗물 활용률, 지하수 함양량 등을 핵심 지표로 관리한다. 2010 년 대비 도시의 식수 사용량을 40% 감축했으며, 공원·조경 관개용수의 60% 이상을 재이용수·빗물로 대체했다.

2030 년까지 도시 전체 물 사용량의 30% 이상을 비전통적 수원 (재이용수, 빗물, 지하수) 으로 충당하는 목표를 추진 중이다.

Q2. 기후변화에 따른 침수 관리 구성은 어떻게 개선되었나?

A. 도시 홍수 위험 지도를 재작성하여 취약지를 파악하고, 지하 빗물 저류조 설치, 투수성 포장 확대, 생태 수로 복원 등을 통해 빗물 유출을 분산시키고 있다.

특히 기존 회색 인프라 (Gray Infrastructure) 중심에서 그린 - 그레이 하이브리드 (Green-Gray Hybrid) 방식으로 전환하는 것이 핵심이다.

Q3. 공원 내 빗물 저류 시설은 어떻게 수용되었나?

A. 대부분 공원 지하층에 저류조를 설치하여 지상 공간 활용에는 영향을 주지 않도록 설계했다. 수집된 빗물로 공원을 관개하여 가뭄 시에도 녹지를 유지하며, 스마트 미터를 활용한 실시간 모니터링 시스템도 운영 중이다.

□ 방문 기관 명칭 : Melbourne Water (광역 상하수도 기관)



□ 방문 기관 2. Melbourne Water (광역 상하수도 기관)

1. 기관 개요 및 역할

Melbourne Water 는 빅토리아주 정부가 설립한 광역 수자원 공기업으로, 멜버른 광역권 530 만 명에게 원수를 공급하고 하수를 처리하며, 야라강 (Yarra River) 등 주요 수계의 환경 관리를 총괄한다. 상하수도 서비스의 '도매상' 역할을 수행하며, Sydney Water 와 달리 **원수 공급부터 하수 처리·재이용까지 전 과정을 일원화**하여 운영한다.

2. 하수 처리 현황

처리 규모: 일일 약 54,500 만 리터 (연간 2,000 억 리터) 처리, 호주 최대 규모

주요 시설: 서부하수처리장 (Western Treatment Plant, 전체의 60% 처리)
동부하수처리장 (Eastern Treatment Plant), 남동부하수처리장

핵심 목표: ①수질 기준 100% 준수, ②에너지 자립률 95% 달성,
③재이용률 85% 확대, ④온실가스 넷제로 (Net Zero) 실현

Melbourne Water 서부하수처리장 (Western Treatment Plant) 소개

1. 사업 개요: 하수처리장을 자원·에너지 공장으로 재탄생시키다

호주 멜버른 서부 웨리비 (Werribee) 에 위치한 서부하수처리장 (Western Treatment Plant, WTP) 은 멜버른 전체 하수의 약 60% 를 처리하는 호주 최대 규모의 하수처리 시설이다. Melbourne Water 는 2016 년부터 2029 년까지 총 3 단계에 걸친 대규모 고도화 사업을 추진하고 있으며, 그 핵심은 단순한 처리 용량 증설을 넘어 '하수처리장'을 '자원과 에너지를 생산하는 순환형 거점'으로 근본적으로 전환하는 데 있다.

총 사업비는 약 10 억 4,100 만 호주달러 (약 8,500 억 원) 규모로, 이 중 최근 완공된 '5W NRP' 시설에만 3 억 3,000 만 호주달러 (약 2,800 억 원) 가 투입되었다. 2050 년 멜버른 인구 1,000 만 명 시대를 대비하여 처리 용량을 50% 증설하면서도, 에너지 소비량은 30% 절감하고 온실가스 배출을 대폭 줄이는 '기후 스마트 (Climate-Smart)' 인프라로 재설계되고 있다.

2. 핵심 고도화 기술: 세계 최초·최고 수준의 혁신

(1) 5W NRP (5 West Nutrient Removal Plant): 세계 최고 수준의 영양염류 제거 시설

2025 년 8 월 완공된 '5W NRP'는 이번 고도화 사업의 꽃이라 할 수 있는 핵심 시설이다. 2 층 건물보다 높고 축구장보다 넓은 5 개의 대형 원형 탱크로 구성된 이 시설은 하루 최대 15 만 톤 (150 ML) 의 하수를 처리할 수 있으며, 세계 최초로 본격적인 '단축 질소 제거 공정 (Shortcut Nitrogen Removal Process)'을 도입한 혁신적인 시설이다.

기존 활성슬러지법은 암모니아성 질소를 아질산염을 거쳐 질산염으로 완전히 산화시킨 후 탈질하는 과정을 거쳤지만, 5W NRP 는 암모니아를 아질산염 단계까지만 산화시킨 후 바로 질소가스로 전환하는 '단축 경로'를 활용한다. 이로 인해 폭기 (공기 주입) 에 필요한 에너지와 미생물 활동에 필요한 탄소원을 각각 25~30% 절감할 수 있게 되었다. 즉, 더 적은 에너지로 더 많은 하수를 처리하면서도 질소 제거 효율은 90% 이상으로 획기적으로 향상시킨 것이다. 이 시설 덕분에 멜버른 서부 지역의 급증하는 하수 처리 수요를 안정적으로 수용할 수 있게 되었으며, 포트 필립 만 (Port Phillip Bay) 으로 방류되는 방류수의 수질도 크게 개선되었다.

(2) 자원회수·재이용 복합단지 - : 슬러지를 에너지로

2024 년 착공하여 2029 년 완전 가동을 목표로 추진 중인 '자원회수·재이용 복합단지'는 하수 슬러지를 단순 폐기물이 아닌 고부가가치 자원으로 전환하는 시설이다. 이 단지의 핵심은 **열가수분해 (THP: Thermal Hydrolytic Process) 공정**도입이다. 슬러지를 160℃, 6 bar 의 고온·고압 조건에서 전처리하면 유기물 분해율이 크게 향상되어, 후속 공정인 혐기성 소화조에서 바이오가스 (메탄) 생산량이 30~40% 증가한다.

이렇게 증산된 바이오가스는 시설 내 열병합발전 (CHP) 설비로 공급되어 전기와 열을 동시에 생산하며, 이는 서부하수처리장 전체 전력 수요의 80% 에서 95% 이상으로 에너지 자립률을 끌어올리는 동력이 된다. 또한, 액상 음식물 쓰레기를 하수 슬러지와 함께 소화하는 '공동 소화 (Co-digestion)' 시스템을 도입하여 연간 5 만 톤 이상의 음식물 쓰레기를 자원화하면서 바이오가스 생산량을 추가로 극대화한다.

(3) 고도 재이용수 생산 시스템: 처리 하수의 85% 를 자원으로

서부하수처리장은 이미 연간 400 억 리터의 재이용수를 생산하고 있지만, 고도화 사업을 통해 재이용률을 현재 70% 에서 85% 이상으로 끌어올릴 계획이다. 2 차 처리수를 막여과 (MF/UF), 역삼투압 (RO), 자외선 (UV) 및 염소 소독, 오존 고급산화 (AOP) 공정으로 연이어 처리하여 EPA Victoria 기준 최고등급인 'Class A' 재이용수를 생산한다. 이렇게 생산된 고순도 재이용수는 Werribee 농업지구의 관개용수, 서부 산업단지의 공업용수, 골프장 및 공원의 조경용수로 공급되며, 일부는 간접 음용 재이용 (IPR) 연구용수로도 활용된다. 이는 상수도 수요를 대체하여 가뭄 시 물 안보를 강화하는 핵심 수단이 된다.

(4) 재생에너지 연계 및 에너지 자립 로드맵

에너지 자립률 향상을 위해 바이오가스 CHP 증설 (24 MW → 35 MW) 뿐만 아니라, 부지 내 유휴 공간에 20 MW 급 태양광 발전 단지를 추가 설치한다. 또한 10 MWh 급 에너지저장장치 (ESS) 를 도입하여 피크 부하를 관리하고 계통 안정성을 확보한다. Melbourne Water 는 이 모든 조치를 통해 2030 년까지 서부하수처리장의 에너지 100% 자립 (Net Zero Energy) 을 달성한다는 로드맵을 추진 중이다.

3. 환경·경제·사회적 기대 효과

이 고도화 사업은 단순한 시설 개량을 넘어 다차원적인 가치를 창출한다. 환경적으로는 온실가스 배출량을 연간 15 만 톤 CO_2eq 감축하며, 포트 필립 만의 부영양화 위험을 근본적으로 차단한다. 경제적으로는 에너지 자립률 향상으로 연간 3,500 만 호주달러의 전기료를 절감하고, 바이오솔리드 비료 판매로 연간 800 만 호주달러의 수익을 창출한다. 사회적으로는 악취·소음 최소화 설계로 인근 주민의 생활환경을 개선하고, 건설·운영 단계에서 1,200 개 이상의 일자리를 창출하며, 견학 및 교육 프로그램을 통해 물 순환 의식을 고취시킨다.

4. 상하수도 공무원에게 주는 시사점

Melbourne Water 의 서부하수처리장 고도화 사업은 국내 상하수도 행정에 다음과 같은 중요한 시사점을 준다.

첫째, **'하수처리장 → 자원·에너지 공장' 패러다임 전환**의 구체적 실행 방안을 보여준다.

국내 노후 하수처리장 개량 사업 시 단순 수질 개선을 넘어 열가수분해 (THP) 도입, CHP 증설, 태양광 연계 등 에너지 자립화 모델을 적극 검토해야 한다.

둘째, **공동 소화 (Co-digestion) 를 통한 자원화 효율 극대화** 가능성이다. 하수 슬러지에 액상 음식물 쓰레기를 혼합 처리하여 바이오가스 생산량을 40% 가까이 늘린 사례는, 국내 음식물 쓰레기 처리 난제와 하수처리장 에너지 자립 문제를 동시에 해결할 수 있는 해법이 된다.

셋째, **세계 최고 수준의 에너지 효율 기술 (단축 질소 제거)** 도입의 필요성이다. 5W NRP 의 단축 질소 제거 공정은 기존 대비 에너지 30% 절감 효과를 입증했으며, 국내 신규 하수처리장 계획 시 부지 효율성과 에너지 효율을 동시에 잡을 수 있는 벤치마킹 대상이다.

넷째, **재이용수 수질 기준 세분화 및 용도 다변화**의 중요성이다. Class A 재이용수를 농업·공업·조경은 물론 간접 음용 재이용 연구까지 활용하는 점은, 국내 재이용수 기준을 용도별로 세분화하고 공급 체계를 유연하게 개선해야 할 필요성을 보여준다.

■ 하수 처리 공정 (Process Flow)

Melbourne Water 의 하수 처리 시스템은

1 차 물리처리 → 2 차 생물학적 처리 → 3 차 고도처리 → 재이용수 생산의 4 단계로 구성되며, 전 세계적으로 가장 고도화된 공정 중 하나이다.

.

○ 1 차 처리 (물리처리): 고형물 제거

하수 처리장의 첫 관문으로, 하수에 포함된 큰 고형물과 모래, 기름기를 제거하는 단계이다.

- **스크린 (Screen):** 굵은 막대형 스크린과 미세 스크린을 통과시켜 나뭇가지, 플라스틱, 쓰레기 등 큰 고형물을 걸러낸다.
- **침사지 (Grit Chamber):** 유속을 늦추어 모래·자갈 등 무거운 무기물이 침전되도록 한다.
- **1 차 침전지 (Primary Sedimentation Tank):** 하수를 천천히 흐르게 하여 유기성 고형물 (슬러지) 이 가라앉게 하고, 기름기는 스키머 (Skimmer) 로 제거한다.
- **제거율:** 부유물질 (SS) 50~60%, 유기물 (BOD) 30~40% 제거

2 ○ **2 차 처리 (생물학적 처리): 유기물·영양염류 제거**

미생물 (박테리아) 을 활용하여 하수 중의 용존 유기물과 질소·인 등 영양염류를 제

거하는 핵심 공정이다. Melbourne Water 는 세계 최고 수준의 **생물학적 영양염류 제거 (BNR)** 기술을 적용한다.

- **폭기조 (Aeration Tank):** 공기를 불어넣어 호기성 미생물을 활성화시켜 유기물을 분해한다. 최근 완공된 '5W NRP' 시설에서는 **단축 질소 제거 공정 (Shortcut Nitrogen Removal)**을 도입하여 암모니아를 아질산염 단계까지만 산화시킨 후 바로 질소가스로 전환, 에너지 소비를 30% 절감한다.
- **2 차 침전지 (Secondary Sedimentation Tank):** 미생물 덩어리 (활성슬러지) 를 침전시켜 상등수 (처리수) 와 분리한다. 침전된 슬러지는 일부는 폭기조로 재순환시키고, 나머지는 슬러지 처리 공정으로 이송한다.
- **제거율:** 유기물 (BOD) 90% 이상, 질소 (N) 90% 이상, 인 (P) 85% 이상 제거

○ **3 차 고도처리 (고도 정화): 재이용수 생산**

2 차 처리수를 다시 한 번 정밀하게 걸러내어 **재이용수 (Recycled Water)**로 생산하는 단계이다. EPA Victoria 기준 최고등급인 'Class A' 수질을 달성한다.

- **막여과 (MF/UF):** 0.01~0.1 마이크로미터 (μm) 크기의 미세 막을 통과시켜 잔여 부유물질·박테리아·바이러스를 99.9% 제거한다.
- **자외선 (UV) 소독:** 자외선 램프를 조사하여 대장균 등 병원성 미생물의 DNA 를 파괴한다.
- **염소 소독:** 잔류 염소를 투입하여 관로 이동 중 2 차 오염을 방지한다.
- **오존 고급산화 (AOP, 선택적):** 난분해성 유기물·미량 오염물질 (의약물질, 내분비계 교란물질) 을 오존과 과산화수소로 산화 분해한다.
- **생산 수질:** 탁도 0.1 NTU 미만, 대장균 불검출, 염소 잔류량 0.5~1.0 mg/L 유지

4. 방류 및 재이용수 공급

- **방류:** 처리된 물의 일부 (약 15%) 는 Port Phillip 만 (Bay) 으로 방류되며, 엄격한 수질 기준 (질소 5 mg/L 이하, 인 0.5 mg/L 이하) 을 준수한다.
- **재이용수 공급:** 처리수의 **85% 이상**은 '보라색 배관 (Purple Pipe)'을 통해 다음과 같이 공급된다.
  1) 농업용 관개 (Werribee 농업지구)
  2) 공업용수 (서부 산업단지 냉각탑 등)
  3) 조경용수 (골프장, 공원, 운동장)
  4) 화장실 세정수 (대형 건물)
  5) 간접 음용 재이용 (IPR) 연구용

■ 슬러지 처리 및 에너지 자립 시스템

Melbourne Water 의 하수 처리 시스템은 하수를 '처리해야 할 폐기물'이 아닌 '에너지와 자원을 생산하는 원료'로 인식한다. 슬러지 처리 공정이 바로 에너지 자립의 핵심이다.

1) 슬러지 농축·탈수

1 차·2 차 침전지에서 발생한 슬러지를 농축조에서 농축 (고형물 농도 4~6%) 한 후, 원심분리기·벨트프레스로 탈수하여 고형물 농도 20~25% 로 만든다.

2) 열가수분해 (THP: Thermal Hydrolytic Process)

- **공정:** 탈수 슬러지를 160℃, 6 bar 의 고온·고압 조건에서 30 분간 전처리한다.
- **효과:** 슬러지 세포벽을 파괴하여 유기물 분해율을 획기적으로 향상시키며, **바이오가스 생산량을 30~40% 증대**시킨다. 또한 슬러지 점도를 낮춰 펌프 이송을 용이하게 하고, 병원균을 완전 사멸시킨다.

3) 혐기성 소화 (Anaerobic Digestion)

- **공정:** 열가수분해된 슬러지를 산소가 없는 소화조에서 35℃로 18 일간 발효시킴.
- **생산물:** 미생물이 유기물을 분해하면서 **바이오가스 (메탄 65%, 이산화탄소 35%)**를 대량 생산한다.
- **공동 소화 (Co-digestion):** 액상 음식물 쓰레기를 슬러지와 함께 소화하여 바이오가스 생산량을 추가로 극대화한다 (연간 5 만 톤 음식물 쓰레기 자원화).

4) 열병합발전 (CHP: Combined Heat and Power)

- **발전:** 생산된 바이오가스를 가스엔진 발전기에 연소시켜 **전기**와 **열**을 동시에 생산한다.
- **자립률:** 서부하수처리장 기준, CHP 로 처리장 전체 전력 수요의 **95% 이상**을 자체 충당한다 (2030 년 100% 자립 목표).
- **열 활용:** 발전 시 발생하는 폐열을 슬러지 가온 (35℃ 유지) 과 THP 공정에 재이용하여 에너지 효율을 극대화한다.

5) 태양광·ESS 연계

부지 내 유휴 공간 (침전지 상부, 주차장 등) 에 20 MW 급 태양광 발전 단지를 추가 설치하며, 10 MWh 급 에너지저장장치 (ESS) 를 도입하여 피크 부하를 관리한다.

6) 바이오솔리드 (Biosolids) 자원화

혐기성 소화를 거친 슬러지는 탈수·건조되어 **바이오솔리드 비료**로 제품화된다. 중금

속·유기 오염물질을 철저히 관리하여 농경지에 무상 또는 저가로 공급되며, 연간 800 만 호주달러의 수익을 창출한다.

■ 스마트 운영 및 위기 관리 시스템

1) SCADA 기반 통합 관제

처리장 전 공정의 수위·유량·수질·에너지 데이터를 중앙관제소에서 실시간 모니터링하며, AI 알고리즘이 폭기량·약품 주입량·펌프 가동을 자동 최적화한다.

2) 수질 24 시간 온라인 모니터링

유입수·방류수·재이용수에 대해 탁도, pH, 용존산소, 암모니아, 질산성질소, 대장균 등을 24 시간 연속 측정하며, 기준 초과 시 즉시 경보 및 공정 조정을 수행한다.

3) 악취 관리 시스템

하수관로·슬러지 처리시설에 황화수소 (H_2S) 센서를 설치하여 악취 발생 지점을 실시간 매핑하고, 국소 탈취 필터 (Bio-filter) 를 자동 가동한다.

■ 국내 상하수도 행정에 주는 시사점

1) '하수처리장 → 자원·에너지 공장' 패러다임 전환

국내 노후 하수처리장 개량 사업 시 단순 수질 개선을 넘어, **열가수분해 (THP) 도입 → 바이오가스 증산 → CHP 증설 → 태양광 연계**로 이어지는 에너지 자립화 모델을 적극 검토해야 한다.

2) 공동 소화 (Co-digestion) 를 통한 자원화 효율 극대화

하수 슬러지에 액상 음식물 쓰레기를 혼합 처리하여 바이오가스 생산량을 40% 가까이 늘린 사례는, 국내 음식물 쓰레기 처리 난제와 하수처리장 에너지 자립 문제를 동시에 해결할 수 있는 해법이다.

3) 세계 최고 수준의 에너지 효율 기술 (단축 질소 제거) 도입

5W NRP 의 단축 질소 제거 공정은 기존 대비 에너지 30% 절감 효과를 입증했으며, 국내 신규 하수처리장 계획 시 부지 효율성과 에너지 효율을 동시에 잡을 수 있는 벤치마킹 대상이다.

4) 재이용수 수질 기준 세분화 및 용도 다변화

Class A 재이용수를 농업·공업·조경은 물론 간접 음용 재이용 (IPR) 연구까지 활용하는 점은, 국내 재이용수 기준을 용도별로 세분화하고 공급 체계를 유연하게 개선해야 할 필요성을 보여준다.

5) 투명한 정보 공개와 주민 수용성 제고

악취·소음 최소화 설계, 실시간 수질 데이터 공개, 견학 프로그램 운영 등 주민과의 소통을 통한 신뢰 구축은 국내 하수처리장 증설·개량 시 발생하는 님비 (NIMBY) 문제 해법에 중요한 시사점을 준다.

Melbourne Water 의 하수 처리 시스템은
1 차 물리처리 → 2 차 생물학적 처리 (BNR) → 3 차 고도처리 (막여과·UV·소독)의 고도화된 공정과, **열가수분해 (THP) → 혐기성 소화 → 열병합발전 (CHP)**으로 이어지는 에너지 자립 시스템을 유기적으로 결합한 **세계적 수준의 모델**이다.
이 시스템은 하수를 '처리해야 할 폐기물'이 아닌 **'에너지와 자원을 생산하는 순환형 자원'**으로 재인식하며, 에너지 자립률 95%, 재이용률 85%, 온실가스 대폭 감축이라는 구체적 성과를 창출하고 있다.

이 사례는 **노후 하수처리장 현대화, 탄소중립 목표 달성, 물 재이용 확대**라는 3 대 현안을 동시에 해결할 수 있는 구체적이고 실현 가능한 로드맵을 제공한다는 점에서 매우 중요한 벤치마킹 대상이다.

■ 벤치마킹 검토사항

1) 에너지 자립형 하수처리장 모델 도입

: 바이오가스 CHP 와 태양광을 결합한 에너지 자립 모델을 국내 노후 하수처리장 현대화 사업에 적용 검토.

2) 하수 재이용수 활용 범위 확대

: 재이용수 수질 기준 (Class A~D) 을 세분화하고, 농업·공업·조경 등 용도별 공급 체계를 유연하게 개선.

3) 광역 수계 환경 관리 통합

: 상하수도 운영과 하천 환경 관리를 일원화하는 광역 물관리 거버넌스 구축 검토.

■ 주요 관심 사항 질문 / 답변

Q1. 고도 하수처리 프로세스와 재이용수 품질 관리는?

A. 1 차 처리 → 2 차 생물학적 처리 → 3 차 고도처리 (막여과, UV, 염소 소독) 공정을 거쳐 재이용수를 생산한다.
수질은 EPA Victoria 기준에 따라 Class A~D 로 분류되며, 24 시간 자동 측정 시스템과 실험실 분석을 병행하여 탁도, 대장균, 잔류염소 등을 상시 모니터링한다.

Q2. 에너지 자립화 상태와 바이오가스 활용 방식은?

A. 혐기성 소화조에서 생산된 바이오가스를 열병합발전 (CHP) 에 활용하여 처리장 전력 수요의 80% 이상을 자체 충당한다.
잉여 바이오가스는 정제하여 천연가스망에 주입하거나 차량 연료로 전환한다. 2030 년 에너지 100% 자립을 목표로 태양광·ESS 추가 설치를 추진 중이다.

Q3. 하수 슬러지 (바이오솔리드) 의 최종 처리 방식은?

A. 발생되는 바이오솔리드의 100% 를 자원화하는 것을 목표로 한다. 중금속 등 오염물질을 철저히 관리하여 농경지 비료로 무상 또는 저가에 공급하며, 농가와의 장기 계약을 통해 수요를 확보한다.
초기 투자비는 크지만 에너지 판매 수익 등을 통해 7~10 년 내 투자비를 회수 가능하다.

□ 방문 기관 명칭 : City of Sydney (시드니 시청. 시의회)



□ City of Sydney (시드니 시청. 시의회)

1. 기관 역할

city of Sydney 는 시드니 LGA(Local Government Area) 의 지방정부로서, 주민 24 만 명과 주간 유동 인구 100 만 명을 보유한 호주 최대 비즈니스 지구의 도시 계획과 환경 관리를 총괄한다.

상하수도 분야에서는 빗물 (Stormwater) 관리 전담, 재이용수 (Recycled Water) 사업 추진, 도시 계획 연계 물관리 기준 설정을 담당하며, Sydney Water(상하수도 운영 기관) 와 협력하여 통합 물관리를 추진한다.

2. 물관리 정책비전 및 목표

1) 비전: "물 민감 도시 (Water Sensitive City)"

시드니 시는 **"지속 가능하고, 회복력 있으며, 생산적이고, 살기 좋은 물 민감 도시"**를 비전으로 설정하였다. 이는 다음과 같은 3 대 핵심 요소를 포함한다.

- **고품질 경관과 건강한 수로:** 주민·기업·방문객이 고품질 경관, 안전한 물, 건강한 수로에 접근 가능

- **모든 수원의 수집·재이용:** 빗물·하수·지하수 등 모든 수원을 수집·재이용하고, 공원·녹지로 구성된 '그린 그리드'를 통해 도시 냉각·정화·미화 실현
- **주민 주도 물관리:** 지역사회가 물에 관한 자체 결정을 내리고, 도시 수로·수변 공간을 중심으로 사회적 연결 창출

2) 2030 년 물 관리 목표 (Environmental Strategy 2025–2030)

목표 유형	세부 목표	기준 연도
상수도 사용량	음용수 사용량 **증가분 제로 (Zero Increase)**	2030 년
빗물 오염 부하	고형 오염물질 부하 **50% 감축**	2030 년
빗물 영양염류	영양염류 (질소·인) 부하 **15% 감축**	2030 년
시청 운영	공원 관개용 음용수 사용량 **180L/㎡/년** 이하	2030 년

3. 주요 물관리 정책 및 추진 현황

1.) 물 효율화 (Water Efficiency) 정책

가. 스마트 미터 도입 및 누수 관리

내용: 시유지 공원·건물에 IoT 기반 스마트 수량계를 설치하여 실시간 사용량을 모니터링하고, 이상 징후 (누수) 발생 시 즉시 알림을 발송한다.

성과: 누수 탐지 시간 단축 (기존 수주 → 수시간), 연간 2,000 메갈리터 (ML) 의 상수도 절감 효과

나. 고효율 기기 교체 (Retrofit)

내용: 시청 소유 고수용 자산 (건물, 수영장, 공원 관개 시스템) 에 절수형 샤워기·변기·수도꼭치, 스마트 관개 컨트롤러를 교체 설치한다.

성과: 공원 관개용수 30% 절감, 건물 내 상수도 사용량 25% 감축

2) 재이용수 (Recycled Water) 확대 정책

가. 빗물·하수 재이용 인프라 구축

내용: 공원·건물을 상수도가 아닌 **빗물·하수 재이용수**에 연결하여 화장실 세정수·세탁용수·관개용수로 활용한다.

주요 대상: Sydney Park, Pirrama Park, Prince Alfred Park, Harold Park, Alexandria Oval, Green Square Town Centre

성과: 연간 850 백만 리터 (ML) 의 상수도 대체 효과

나. 도시 재생 지구 선제적 재이용수망 구축

내용: Green Square, Sydney CBD 등 고밀도 도시 재생 지구에 재이용수 배관 (보라색 배관) 을 선제적 매설하여, 추후 연결 비용을 최소화한다.

특징: Light Rail 건설 시 George Street沿线 (Circular Quay~Central) 에 재이용수 관로를 동시 매설하여 향후 CBD 전역 재이용수 공급 기반 마련

다. 민간 재이용수 사업 지원

내용: Central Park, Barangaroo 등 민간 개발단지에 precinct-scale(단지 규모) 재이용수 시설 설치를 지원하며, Building Sustainability Index(BASIX) 기준 이행을 의무화한다.

3) 빗물 (Stormwater) 관리 및 오염 저감 정책

가. 빗물 재이용 시설 (Green Square Stormwater Recycling Plant)

내용: Green Square 지구에 호주 최대 규모 도시 빗물 재이용 시설 (Joynton Avenue 소재) 을 운영한다.

공정: 빗물 수집 → 모래여과 → 자외선 (UV) 소독 → 염소 소독 → 공급

공급 대상: 4,000 세대 아파트·기업체 (화장실 세정수·세탁용수), 공원·학교·수영장 관개용수

성과: 연간 650 백만 리터 상수도 대체, 지역 홍수 위험 40% 경감

나. 빗물정원 (Raingarden) ·인공습지 확대

내용: 도로변·주차장·공원 등에 빗물정원·인공습지를 설치하여 빗물 유출량을 저감하고 오염물질 (고형물·중금속·영양염류) 을 자연 정화한다.

목표: 2030 년까지 고형 오염물질 50%, 영양염류 15% 감축

성과: 2025 년 기준 시내 300 개소 빗물정원 설치 완료, 수로 수질 현저히 개선

다. 투수성 포장 (Porous Lane) 보급

내용: 기존 균열된 나무 주변 포장을 **Porous Lane 투수성 포장**으로 교체하여 빗물 침투율을 높이고 도시 나무 건강을 개선한다.

성과: 빗물 유출량 70% 감축, 도시 열섬 완화 효과

4) 기후변화 대응 및 홍수 관리

가. 홍수 위험 지도 재작성 및 인프라 투자

내용: 기후변화 시나리오 (RCP 4.5/8.5) 를 반영하여 홍수 위험 지도를 재작성하고, 침수 취약지에 지하 저류조·펌프장 증설 등 인프라를 선제적 투자한다.

성과: 국지성 호우 시 침수 피해 50% 감축

나. 연안 관리 프로그램 (Coastal Management Program)

내용: Sydney Harbour, Cooks River 등 주요 수계의 연안 관리 프로그램을 33 개 파트너 기관과 협력하여 추진하며, 빗물 오염 저감·서식지 복원·해안 침식 대응을 통합적으로 수행한다.

4. 물관리 우수 성공사례 (Case Studies)

1) Green Square 빗물 재이용 사업 (호주 최대 규모)

가. 사업 개요

위치: Green Square Town Centre (시드니 남부 도시 재생 지구)

규모: 빗물 재이용 시설 (650 ML/년), 관망 15 km

투자비: 6,500 만 호주달러 (약 530 억 원)

추진 주체: City of Sydney

나. 추진 내용

- 홍수 예방을 위해 설치한 지하 빗물 관로를 재이용수 공급망으로 이중 활용
- 빗물 수집 → 모래여과 → UV 소독 → 염소 소독 공정으로 정화
- 정화된 빗물을 4,000 세대 아파트·기업체·공원·학교·수영장에 공급 (화장실 세정수·세탁용수·관개용수)

다. 성과

- **상수도 대체:** 연간 650 백만 리터 (일반 가정 2,600 가구 분량) 절감
- **홍수 저감:** 국지성 호우 시 배수관로 부하 40% 경감, 침수 피해 대폭 감소
- **경제성:** 상수도 요금 절감으로 투자비 15 년 내 회수 예상
- **주민 수용성:** 투명한 수질 정보 공개로 재이용수 수용성 90% 이상 확보

2) Sydney Park 빗물 재이용 프로젝트

가. 사업 개요

위치: Sydney Park (St Peters, 109 에이커 규모 도심 공원)
규모: 빗물 처리 시설 (850 ML/년), 인공습지 4 개소
추진 주체: City of Sydney

나. 추진 내용
- 공원 북부 Munni Catchment 의 빗물을 인공습지 4 개소를 거쳐 자연 정화
- 정화된 빗물을 지하 저장조에 저장하여 공원 내 잔디·운동장 관개용수 및 화장실 세정수로 100% 공급
- 잉여 빗물은 지하수 함양용으로 침투시켜 지하수위 회복

다. 성과
- **상수도 사용량 제로:** 공원 관개용수 100% 빗물 자급 (연간 850 ML 상수도 대체)
- **수질 개선:** 인공습지 통과 시 부유물질 90%, 영양염류 70% 제거
- **생태 복원:** 습지 생태계 복원으로 도시 생물다양성 증대 (조류·양서류 서식지 창출)
- **교육적 가치:** 연간 50 만 명 방문객에게 물 순환 교육 기회 제공

3) Porous Lane (투수성 포장) 보급 사업
가. 사업 개요
내용: 도심 균열된 나무 주변 포장을 **Porous Lane 투수성 포장**으로 교체
특징: 높은 빗물 침투율 (시간당 3,000 mm), 나무 뿌리 성장 간섭 최소화, 내구성 우수

나. 성과
- **빗물 유출량 70% 감축:** 폭우 시 배수관로 부하 대폭 경감
- **도시 나무 건강 개선:** 빗물 침투로 나무 뿌리 수분 공급 원활, 나무 수명 연장
- **도시 열섬 완화:** 증발산 냉각 효과로 주변 온도 2~3℃ 하강
- **유지보수 비용 절감:** 기존 포장 대비 수리 주기 2 배 연장

■ 국내 상하수도 행정에 주는 시사점

1. 빗물 재이용의 규모화·상업화 모델 도입

Green Square 사례는 빗물 재이용을 소규모 시범 사업을 넘어 4,000 세대 규모로 상업화한 성공 모델이다. 국내 도시 재생 뉴딜 사업 시 빗물 재이용 시설을 선제적 인프라로 구축하고, 민간 아파트·상가까지 공급망을 확장하는 규모의 경제를 실현해야 한다.

2. 홍수 예방과 물 재이용의 이중 수혜 (Co-benefit) 전략

시드니 시는 홍수 예방용 지하 관로를 재이용수 공급망으로 이중 활용하여 투자 효율성을 극대화했다. 국내 침수 취약지 지하 저류조 설계 시 단순 저류 기능에 그치지 않고, 정화 시설을 연계하여 빗물 재이용수원으로 활용하는 방안을 검토해야 한다.

3. 도시 재생 지구 선제적 재이용수망 구축

Green Square 와 George Street 사례처럼, 도시 개발·재개발 시점에 재이용수 배관(보라색 배관) 을 선매설하면 추후 retrofit 비용을 70% 이상 절감할 수 있다. 국내 신규 개발 지구 인허가 시 재이용수 관로 매설을 의무화하는 조례 제정을 검토해야 한다.

4. 투수성 포장·빗물정원 등 그린인프라 확대

Porous Lane 과 빗물정원은 빗물 유출량 저감, 수질 정화, 도시 열섬 완화, 생태 복원 등 다중 편익을 창출한다. 국내 보도·주차장 포장 기준을 투수성 재질로 전환하고, 도로변 빗물정원 설치를 의무화하는 방안을 마련해야 한다.

5. 투명한 수질 정보 공개로 주민 수용성 제고

시드니 시는 재이용수 수질 데이터를 실시간 공개하고, 주민 대상 견학·교육 프로그램을 운영하여 수용성 90% 이상을 확보했다. 국내 물 재이용 사업 추진 시에도 수질 정보를 투명하게 공개하고, 주민 참여형 소통 채널을 구축하여 님비 (NIMBY) 문제를 선제적 해소해야 한다.

City of Sydney 의 물관리 정책은 **"물 민감 도시 (Water Sensitive City)"**라는 명확한 비전 하에,

①물 효율화,

②재이용수 확대,
③빗물 관리·오염 저감,
④기후변화 대응을 유기적으로 결합하여 추진된 성공 사례이다.
특히, **Green Square 빗물 재이용 사업**은 호주 최대 규모로 빗물을 상업적 수준으로 재이용한 모델이며, **Sydney Park 프로젝트**는 공원 관개용수 100% 를 빗물로 자급한 대표적 성공 사례이다. 또한 **Porous Lane 투수성 포장** 보급은 빗물 유출량 저감과 도시 열섬 완화를 동시에 달성한 혁신적인 접근법이다.

국내 지자체도 시드니 시의 성공 요인을 벤치마킹하여,
①빗물 재이용의 규모화·상업화,
②홍수 예방과 물 재이용의 이중 수혜 전략,
③도시 재생 지구 선제적 재이용수망 구축,
④그린인프라 확대,
⑤투명한 정보 공개를 통한 주민 수용성 제고 등 구체적 실행 방안을 마련해야 할 것이다. 이를 통해 기후 위기에 강한 **물 자립형 도시**로 전환하는 중장기 로드맵을 수립할 수 있을 것이다.

■ 주요 관심 사항 질문 / 답변

Q1. 노후 하수관로로 인한 악취 민원 및 유지관리는?

A. 악취 매핑 (Odour Mapping) 기술로 주요 발생 지점을 핀포인트하여 국소 탈취 필터 (Bio-filter) 를 설치한다. 관로 유지관리는 CCTV 로봇과 GIS 기반 자산 관리 시스템을 연계하여 노후도를 진단하고, 위험도 기반 유지관리 (Risk-Based Maintenance) 방식으로 우선순위를 정해 교체한다

Q2. 재개발 사업 시 물 재이용 시설 설치 의무화 및 인센티브는?

A. 연면적 1,000㎡ 이상 신축 시 개발 허가 (DA) 단계에서 빗물 탱크, 중수도 시스템, 절수형 기기 설치를 의무화 (BASIX 기준) 한다. 초기 비용 부담은 있으나, 그린스타 (Green Star) 인증 획득 시 임대료 상승 및 자산 가치 향상 효과를 얻어 개발사들의 참여를 유도한다.

◘ 방문 기관 명칭 : WaterNSW (광역수자원 관리기관)







■ 설립 배경

WaterNSW 는 2015 년 기존 **State Water Corporation**(지역 댐·강 관리) 과 **Sydney Catchment Authority**(시드니 광역 원수 공급) 를 통합하여 출범하였다.

2016 년에는 농림부 (DPI) 의 일부 규제·허가 기능이 이관되어, 원수 관리부터 licencia(취수 허가) 까지 일원화된 '광역 수자원 컨트롤 타워'로 재탄생하였다.

1. 기관 기본 현황

기관명: WaterNSW (워터엔에스더블유)

설립 근거: 'Water NSW Act 2014'에 따라 2015 년 1 월 1 일 설립된 NSW 주 정부 소유 법정공사 (Statutory Corporation)

위치: 뉴사우스웨일스 (NSW) 주 Parramatta

직원 수: 약 1,200 명 (2025 년 기준)

핵심 미션: "주 (州) 의 물을 원천에서 관리한다 (Taking care of the state's water at the source)"

2. 기관 역할 및 책임

WaterNSW 는 상하수도 서비스 (정수·하수·요금 징수) 를 직접 제공하지 않으며, 오직 **원수 (Raw Water) 의 확보·저장·도매 공급**에만 전념한다. 이는 '기능 분리 (Unbundling)' 거버넌스의 핵심이다.

1) 광역 원수 공급 (Bulk Water Supply)

공급 규모: NSW 주 전체 물 사용량의 **3 분의 2**(2/3) 를 공급하며, 800 만 명 이상 (시드니 광역권 540 만 명 + 지역 주민 + 농업·산업) 에게 물을 공급한다.

주요 고객:

- **Sydney Water:** 시드니 지역 정수·하수 서비스 기관 (도매 공급)
- **지방 지자체 (Local Councils):** 지역 상수도 사업자에게 공급
- **농업 관개업자 (Irrigators):** 농경지 용수 공급
- **산업 단지:** 광업·제조업 용수 공급
- **환경:** 하천 유지용수 (Environmental Flow) 공급

2) 댐·수계 운영 (Dam & River Operations)

- **관할 시설:** NSW 주 전역 **41 개 주요 댐**과 수백 개 수계를 운영한다.
- **시드니 광역권:** 워라감바 댐 (Warragamba Dam, 시드니 공급량의 80% 담당), 네피언 댐, 아보카 댐 등
- **지역 (Regional):** 버런덩 댐 (Burrendong Dam), 블래킹 댐 (Blowering Dam) 등
- **주요 업무:** 댐 수위 조절, 방류 운영, 홍수 조절, 하천 유지유량 확보

3) 수자원 모니터링 및 정보 제공

모니터링망: 남반구 최대 규모인 **지표수·지하수 모니터링 네트워크**를 소유·운영한다. 500 여 개 원격 측정소 (RTU) 에서 강우량, 수위, 유량, 수질을 초단위로 측정한다.

정보 공개: 'NSW Public Water Register'를 통해 댐 저수율, 수질 데이터, 취수 허가 정보를 실시간 공개하여 투명성을 확보한다.

4) 취수 허가·규제 서비스 (Licensing & Approvals)

업무 내용: 농업·산업·지자체의 취수 허가 발급, 수량 할당 (Water Allocation) 관리, 수권 (水權) 거래 (Water Licence Trades) 승인을 담당한다.

규제 준수: NSW 주 정부의 수자원 관리 규칙을 준수하도록 감시하며, 위반 시 제재를 가한다.

3. 운영시스템 (Operating System)

WaterNSW 의 운영시스템은 **'포집 (Capture) → 저장 (Store) → 공급 (Deliver)'**의 3 단계 프로세스와 이를 지지하는 **스마트 관제·위기 관리 체계**로 구성된다.

1) 원수 관리 프로세스

가. 포집 (Capture): 강우·유입 모니터링

실시간 관측: 500 여 개 원격 측정소 (RTU) 가 NSW 주 전역 강우량, 하천 수위, 댐 유입량을 초단위로 측정하여 중앙관제소로 전송한다.

기반 시설: 댐 취수구, 수로, 펌프장을 통해 강우 유출물을 효율적으로 포집한다.

나. 저장 (Store): 댐 운영 및 수질 보호

- **댐 수위 관리:** 41 개 댐의 수위를 실시간 모니터링하며, 홍수 시에는 사전 방류로 하류 피해를 예방하고, 가뭄 시에는 저수량을 보존한다.
- **수질 보호 기술:**
  - **인공혼합 (Destratification):** 댐 내 수온 성층화를 방지하여 조류 (Algae) 대발생을 억제하는 대형 공기주입 시스템 운영
  - **24 시간 수질 모니터링:** 탁도, pH, 용존산소, 엽록소 등을 온라인으로 측정하여 오염 사고를 선제적 차단
  - **유역 보호:** 댐 상류 유역의 산림 보호, 토지 이용 규제, 오염원 차단 활동 수행

다. 공급 (Deliver): 도매 공급 및 배분

- **장기 공급 계약:** Sydney Water 및 지방 지자체와 '장기 원수 공급 계약 (Bulk Water Supply Agreement)'을 체결하여 수량·수질 기준·요금 단가를 명시한다.
- **유연한 배분:** 가뭄·홍수 등 상황 변화에 따라 농업·산업·환경·가정 용수 배분 우선순위를 조정한다.

2) 스마트 관제 및 위기 관리 시스템

가. SCADA 기반 통합 관제 시스템

시스템 구성: 500 여 개 RTU, 중앙관제소 (Parramatta), 지역 관제소를 광역통신망으로 연결한다.

주요 기능:

- 댐 수위·유량·수질 데이터 실시간 수집·시각화
- 원격 펌프·수문 (Gate) 제어 (방류량 조절)
- AI 기반 이상 징후 탐지 (누수, 오염, 설비 고장) 및 자동 경보

나. 기후변화 기반 댐 운영 시뮬레이션 (Pre-emptive Risk Management)

예측 모델: CSIRO(호주 연방과학원) 의 기후 예측 모델 (RCP 4.5/8.5) 을 연동하여 3·6·12 개월 후 댐 저수율을 시뮬레이션한다.

선제적 조치: 예측 결과 저수율이 특정 기준 이하로 하회할 것으로 예상되면, 해수담수화플랜트 예열 가동, 유역 간 물 이동 (Inter-Valley Transfer), 제한급수 발동 등을 **사전에 결정**한다.

의사결정 지원: 시나리오별 (가뭄·홍수·정상) 수자원 운영 옵션을 비교 분석하여 최적 의사결정을 지원한다.

다. 규칙 기반 제한급수 제도 (Rule-Based Water Restrictions)

발동 기준: 행정 재량이 아닌 **댐 저수율이라는 객관적 지표**에 따라 제한급수 단계가 자동 발동된다.

- **Level 1 (저수율 50% 미만):** 정원 살수 시간 제한 (오전 6~10 시, 오후 4~8 시만 허용)
- **Level 2 (저수율 40% 미만):** 세차·공공시설 물 사용 제한 강화
- **Level 3 (저수율 30% 미만):** 비필수 물 사용 전면 금지

정보 공개: 현재 저수율과 적용 단계를 웹사이트, 전광판, SNS 를 통해 실시간 공개하여 시민 신뢰도를 확보한다.

다. 해수담수화플랜트 운영 (Sydney Desalination Plant)

- **가동 조건:** 댐 저수율 60% 미만 시 자동 가동
- **공급 능력:** 일일 9,000 만 리터 (시드니 수요의 15% 공급 가능)
- **에너지:** 100% 재생에너지 (풍력) 로 가동하여 탄소중립성 확보

3) 요금·규제 체계

가. 독립 규제 기관 심의 (IPART)

심의 기관: NSW 주 독립가격규제심판원 (IPART: Independent Pricing and Regulatory Tribunal) 이 WaterNSW 의 요금안을 5 년 단위로 심의·결정한다.

심사 기준: 원가 분석, 투자 계획, 성과 목표 (수질, 공급 안정성, 고객 만족도) 등을 종합적으로 평가한다.

효과: 요금 결정의 투명성과 객관성을 확보하며, 사업자의 경영 효율화를 유도한다.

나. 수권 (水權) 거래 시장 운영

시스템: 농업용 수권 (Water Licence) 의 매매·임대를 온라인 플랫폼에서 승인·관리한다.

목적: 물이 부족한 지역에서는 수권을 구매하고, 남는 지역에서는 판매하여 **수자원의 시장 기반 효율적 배분**을 실현한다.

4. 주요 성과 및 현황

구분	주요 성과
공급 실적	NSW 주 전체 물 사용량의 2/3 공급, 800 만 명 이상 수혜
인프라	41 개 주요 댐, 500 여 개 수질·수문 관측소, 남반구 최대 모니터링망 운영
위기 관리	밀레니엄 가뭄 (2000 년대) 극복, 2020 년대 가뭄에도 안정적 공급 유지
투명성	댐 저수율·수질 데이터 실시간 공개, 제한급수 규칙 기반 자동 발동
규제 준수	IPART 심의 통과, NSW 주 수자원 관리 규칙 100% 준수

5. 국내 상하수도 행정에 주는 시사점

1) 광역 수자원 관리 기능의 전문화·독립화

WaterNSW 는 원수 확보·관리 기능만을 전담하여 **광역 수자원 관리의 전문성**을 극대화하였다. 국내에도 광역상수도 (원수) 와 지방상수도 (정수·공급) 기능을 분리하거나, 광역 원수 관리를 전담하는 전문 기관을 설립하는 거버넌스 개편을 검토해야 한다.

2) 기후변화 기반 선제적 수자원 운영 (Pre-emptive Management)
WaterNSW 의 기후 예측 시뮬레이션 모델은 **사후 대응이 아닌 예측 기반 선제 대응**의 중요성을 보여준다. 국내 주요 댐 운영에도 기후 시뮬레이션 모델을 도입하여 가뭄·홍수 상황에 선제적 대응하는 체계를 구축해야 한다.

3) 규칙 기반 제한급수 제도화
호주의 제한급수 제도는 행정 재량이 아닌 **객관적 지표 (댐 저수율)**에 따라 자동 발동되어 신뢰도와 수용성이 높다. 국내에도 가뭄 시 제한급수 발동 기준과 절차를 조례 등으로 명문화하여 투명성과 신뢰도를 제고해야 한다.

4) 투명한 정보 공개와 시민 소통
WaterNSW 는 댐 저수율, 수질 데이터, 제한급수 단계를 실시간 공개하여 시민 신뢰를 확보하였다. 국내에도 물관리 정보를 실시간 공개하는 통합 플랫폼을 구축하고, 시민 참여형 소통 채널을 확대해야 한다.

5) 수권 (水權) 거래 시장을 통한 효율적 배분
농업용 수권 거래 시장은 **수자원의 시장 기반 효율적 배분**을 실현하는 혁신적 모델이다. 국내에도 물 부족 지역에서 수권 거래를 허용하는 제도적 기반을 마련하여 물 이용 효율성을 높이는 방안을 검토해야 한다.

WaterNSW 는 **"주 의 물을 원천에서 관리한다"**는 미션 하에, 41 개 댐과 남반구 최대 규모 모니터링망을 운영하며 NSW 주 물 사용량의 3 분의 2 를 안정적으로 공급하는 **'광역 수자원 컨트롤 타워'**이다.
이 기관의 핵심 강점은
①**기능 분리 (Unbundling)**를 통한 원수 관리 전문성 극대화,
②**기후 예측 기반 선제적 댐 운영**,
③**규칙 기반 제한급수 제도**,
④**투명한 정보 공개**,
⑤**수권 거래 시장 운영**에 있다.
국내 상하수도 공무원에게 WaterNSW 사례는 **광역 수자원 관리 거버넌스 개편**, **기후변화 대응형 수자원 운영 체계 구축**, **위기 관리 제도화**, **투명한 물관리 문화 정착** 등 4 대 현안을 해결하는 데 구체적이고 실현 가능한 로드맵을 제공한다. 특히 밀레니엄 가뭄이라는 혹독한 위기를 극복하고 구축한 이 시스템은, 기후 위기가 일상화된 국내 상하수도 행정에 중요한 벤치마킹 모델이다.

■ 주요 관심 사항 질문 / 답변

Q1. 기후변화 기반 댐 운영 체계는 어떤 방식으로 가동되며, 실제 의사결정에 어떻게 활용됩니까?

A1. WaterNSW 는 CSIRO(호주 연방과학원) 및 NSW 주정부와 협력하여 RCP 4.5 및 8.5 시나리오를 반영한 수자원 예측 모델을 상시 가동하고 있습니다. 기상청·CSIRO 의 강우 전망, 유역 행위(토지피복, 식생), 과거 수문 자료를 통합해 미래 유입량을 예측하고, 수요 전망(인구·산업) 을 고려하여 기상별 댐 저수율을 시뮬레이션합니다.
이 모델은 단기(3 개월), 중기(6 개월), 장기(12 개월) 저수율 전망을 생산하며, 예측 결과 저수율이 특정 기준 이하로 하회할 것으로 예상될 경우 해수담수화플랜트 예열 가동이나 유역 간 물 이동(Inter-Valley Transfer) 등 선제적 조치를 취하는 **'선제적 위험 관리(Pre-emptive Risk Management)'**를 운영하고 있습니다.

Q2. 가뭄 등 위기 상황 발생 시 제한급수 발동 기준과 절차는 어떻게 운영되며, 시민 수용성은 어떻습니까?

A2. WaterNSW 의 제한급수 제도는 행정기관의 재량이 아닌, **댐 저수율이라는 객관적 규칙에 따라 자동으로 발동**되도록 설계되어 있습니다. 댐 저수율 50% 미만 시 Level 1(정원 살수 시간 제한), 40% 미만 시 Level 2(세차·공공시설 물 사용 제한), 30% 미만 시 Level 3(비필수 물 사용 전면 제한) 이 자동 발동되며, NSW 주 전역에 일괄 적용됩니다.
현재 저수율과 적용 중인 제한 단계를 웹사이트, 주요 전광판, SNS 를 통해 실시간으로 공개하며, 초기에는 계도·교육 중심으로 접근하여 시민들이 제도를 이해하고 자발적으로 참여하도록 유도합니다. 이러한 투명한 정보 공개와 객관적 기준 덕분에 시민들의 수용성과 신뢰도가 높습니다.

■ 시찰지 : Barangaroo (친환경 도시재생 지역)



바랑가루 (Barangaroo) 시찰은 상하수도 공무원에게 **단순한 시설 견학을 넘어, 미래 도시의 물관리 패러다임과 정책 방향을 제시**한다는 점에서 매우 중요한 의의를 가지며 특히, 기존 보고서에서 언급된 내용을 바탕으로 상하수도 행정 전문가에게 필요한 핵심 의의를 5 가지로 정리해 본다.

1. 분산형 물관리 (Decentralized Water Management) 의 성공 모델 체득

의의: 기존의 중앙 집중식 상하수도 시스템 (대규모 처리장 → 장거리 이송) 한계를 극복하고, **단지 단위에서 물을 생산·처리·재이용하는 자립형 시스템**의 실현 가능성을 확인.

공무원적 시사점: 대규모 개발 사업이나 도시재생 뉴딜 사업 시, 광역 상하수도망에만 의존하지 않고 **단지 내 하수 마이닝 (Sewer Mining), 중수도, 빗물 이용 시설을 통합 설계**하는 정책적 근거를 마련할 수 있다. 이는 관로 연장 비용 절감과 물 손실 최소화에 직접적인 해법이다.

2. 'Water Positive' 도시 구현의 구체적 방법론 학습

의의: 단순히 물을 아끼는 것을 넘어, 소비량보다 더 많은 물 (빗물, 재이용수) 을 생산하여 공급하는 '물 긍정' 목표가 어떻게 공학적으로 구현되는지 목격.

공무원적 시사점: 국내 도시 개발 사업에도 **'물 수지 (Water Balance)' 분석**을 의무화하고, 재이용수 공급률을 개발 인허가 조건으로 부과하는 등 선진적인 개발 규제 가이드라인을 수립하는 데 필요한 벤치마킹 자료가 된다.

3. 재이용수 안전성 확보 및 주민 수용성 제고 방안 습득

의의: 하수를 고도 처리하여 화장실 세정수 등으로 재이용할 때 가장 큰 장벽인 주민의 심리적 거부감 (선입견) 을 어떻게 해소했는지에 대한 해법을 얻습니다.

공무원적 시사점:

보라색 배관 (Purple Pipe): 재이용수 배관을 음용수와 색상·표시로 명확히 구분하여 혼용 사고를 원천 차단하는 시스템 도입.

투명한 정보 공개: 수질 모니터링 데이터를 전광판이나 앱으로 실시간 공개하여 신뢰를 구축하는 소통 방식 학습.

이는 국내에서 물 재이용 사업 추진 시 발생하는 민원 사전 예방 및 갈등 관리에 직접 적용 가능한 전략이다.

4. 물 - 에너지 넥서스 (Water-Energy Nexus) 와 탄소중립 실현 경로 확인

의의: 물 처리에 드는 에너지를 단지 내 태양광 발전으로 100% 충당하여, 물 순환과 에너지 자립을 동시에 달성하는 '탄소중립 물관리'의 완성형을 보여준다.

공무원적 시사점: 상하수도 부문은 지자체 탄소 배출의 주요 원인. 바랑가루 사례는 하수처리장 및 펌프장의 에너지 자립화, 재생에너지 연계, 스마트 에너지 관리 시스템 (EMS) 도입 등 상하수도 분야 탄소중립 로드맵을 수립하는 데 구체적인 기술적·정책적 영감을 얻는다.

5. **도시 설계 단계부터의 물관리 통합 (Integration by Design) 필요성 인식**

의의: 물관리 시설이 사후적으로 추가되는 것이 아니라, 도시 마스터플랜 수립 단계부터 핵심 인프라로 통합되었을 때 경제적·환경적 가치가 극대화됨을 확인.

공무원적 시사점: 국내 도시계획 및 건축 인허가 업무 시, **물관리 영향 평가**를 강화하고 **저영향개발 (LID) 시설 설치를 의무화**하는 조례 제정 등 **선 (先) 계획·, 후 (後) 개발 원칙**을 관철할 수 있는 강력한 명분을 확보.

종합평가 및 시사점

본 연수를 통해 호주 멜버른 및 시드니 권역의 선진 상하수도 거버넌스를 분석한 결과, 다음과 같은 4 대 핵심 시사점을 도출하였다.

광역 수자원 관리 기능의 전문화·독립화 필요

: WaterNSW 사례에서 확인되듯, 광역 원수 확보와 위기 관리 기능을 도시 상하수도 운영 기능과 분리하여 전담 기관에 집중하는 거버넌스는 수자원 관리의 효율성과 위기 대응력을 획기적으로 강화한다. 국내에서도 중장기적 거버넌스 개편을 검토할 필요가 있다.

위기 관리의 규칙 기반 (Rule-based) 제도화

: 호주의 제한급수 제도는 행정 재량이 아닌 객관적 지표 (저수율) 에 따라 자동 발동되는 규칙 기반으로 운영되어 신뢰도와 수용성이 높다. 국내에서도 가뭄·수질 사고 등 위기 상황별 조치 기준과 절차를 법·제도적으로 정비해야 한다.

기후변화 대응형 수자원 운영으로의 전환

: 과거 통계 기반의 사후 대응에서 벗어나, 기후 시뮬레이션 모델을 상시 가동하여 미래를 예측하는 능동적 관리 체계 (Pre-emptive Management) 로의 전환이 시급하다.

하수처리장의 자원화·에너지 자립화 추진

: 하수처리장을 '에너지를 소비하는 시설'에서 '에너지를 생산하는 거점'으로 전환하는 중장기 로드맵이 필요하다. 바이오가스 활용과 재생에너지 연계를 통해 탄소중립 목표에 기여해야 한다.

도시 개발 단계부터의 물관리 통합

: Barangaroo 사례처럼 도시 재생 및 신개발 사업 시 물 재이용 및 순환 시설을 설계 단계부터 통합하는 '선 (先) 계획, 후 (後) 개발' 원칙의 제도화가 필요하다.

연수 소감

이번 호주 공무국외연수는 단순한 해외 시찰을 넘어, 상하수도 행정의 패러다임 전환을 체감하는 계기였다.

가장 인상 깊었던 점은 호주 기관들이 **'위기를 평시에 대비한다'**는 원칙을 철저히 제도화했다는 것이다. WaterNSW 의 기후 기반 댐 운영이나 규칙 기반 제한급수 제도는 위기 발생 시의 혼란을 방지하고, 평상시 명확한 기준에 따라 대비하는 선진적인 위기 관리 문화를 보여줬다. 국내에서도 가뭄이나 수질 사고 발생 시 즉각적이고 투명한 대응이 가능하도록 법·제도적 정비의 필요성을 절감했다.

Melbourne Water 의 서부하수처리장 시찰에서는 하수를 **'처리해야 할 폐기물'이 아닌 '활용해야 할 자원'**으로 인식하는 패러다임의 차이를 실감했다. 에너지 자립률 80% 를 달성한 시스템과 처리 하수의 70% 이상을 재이용하는 결정은, 단순히 방류 수질 기준 충족에 급급한 국내 현실과 대비되었다. 특히 바이오가스 CHP, 태양광, ESS 를 연계한 에너지 자립 모델은 국내 하수처리장의 탄소중립 실현에 중요한 해법이 될 것이라 확신한다.

Barangaroo 시찰은 물관리가 도시 설계의 핵심 요소로 통합될 때 창출되는 시너지를 생생하게 보여주었다. 단지 단위에서 구현된 물순환 시스템과 에너지 자립 구조는 **'물관리 인프라'이자 '고품질 도시공간'** 그 자체였다. 국내 도시재생 사업에도 설계 단계부터 물순환 기준을 강제하거나 인센티브를 부여하는 등 제도적 지원이 필요함을 깨달았다.

호주의 선진 시스템은 밀레니엄 가뭄이라는 혹독한 위기를 계기로 제도를 재정비하고, 수십 년에 걸쳐 꾸준한 투자와 국민 의식 개선을 이루어낸 결과물임을 확인했다. 국내에서도 단기 성과보다는 중장기적인 비전 하에 제도와 시설을 꾸준히 개선해 나가는 인내와 끈기가 필요함을 다시 한번 되새겼다. 이번 연수에서 습득한 지식과 노하우를 동료 직원들과 공유하고, 기후변화 대응형 수자원 관리 구축, 하수처리장 자원화, 물 재이용 확대 등 본연의 업무에 적극 반영하여 지자체 상하수도 발전에 기여하고자 한다.

결론적으로
본 공무국외연수는 호주 멜버른 및 시드니 권역의 선진 상하수도 거버넌스와 운영 모델을 심층 분석하여, 국내 지방자치단체의 중·장기 발전 방향을 설정하는 데 유의미한 성과를 거두었다.

광역 수자원 관리 기능의 전문화,
위기 관리의 규칙 기반 제도화,
기후변화 대응형 운영 체계 전환,
자원 순환형 하수처리 시스템 구축,
도시 계획과 물관리 통합 등 5 대 핵심 과제는 국내 상하수도 행정 개선에 직접 활용 가능한 실천 방안이다.

본 연수에서 도출된 시사점을 담당 업무에 즉시 반영하고, 관련 부서 및 유관 기관과 적극적으로 공유·협업하여 국내 상하수도 시스템의 선진화를 위해 최선을 다할 것이다.