

2017. 12

공무국외여행 결과보고서

- 캐나다 온타리오주, 미국 캘리포니아주

제1장. 개요

1. 필요성

- 정부의 탈원전·탈석탄 선언(2017.6.19.)과 도지사의 “대한민국 탈석탄 에너지전환 충남이 견인”이라는 정책 기자회견(2017.7.4.)
- “탈석탄 친환경 에너지전환 국제컨퍼런스”의 도지사 제안 사항에 대한 정책추진(네트워크 구축)
- 지구 기온상승을 2℃ 이하로 막기 위한 범 세계도시 연맹(언더투 동맹) 가입을 위한 사전 미팅 필요
- ➔ 해외 탈석탄 선진지역(캐나다, 미국) 연수를 통한 충남의 탈석탄 친환경 에너지전환 방향 설정

2. 방문 지역, 기관, 조사 내용

1) 캐나다 온타리오주

- (방문기관) 온타리오주 에너지위원회, 온타리오 발전소, 온타리오 청정대기 동맹
- (조사 내용) 석탄화력발전소 감축 정책 추진 과정의 시사점
 - 온타리오주의 전력생산 시스템 현황과 전망
 - 온타리오주 석탄화력발전소 폐쇄 정책의 진행 과정
 - 온타리오주 석탄화력발전소 폐쇄 정책에 대한 찬·반 논쟁
 - 온타리오주 및 토론토 시의 에너지, 기후변화 이슈 및 정책 사례
- (연구방법) 현지방문 면담 및 자료 수집

2) 미국 캘리포니아주

- (방문기관) 캘리포니아주 EPA, 언더투 동맹 사무국
- (조사 내용) 언더투 동맹 가입 관련 협의 및 캘리포니아 에너지 정책

- 언더투 동맹 개요
 - 언더투 동맹 가입 조건
 - 언더투 동맹 가입을 통한 아시아 지역 탈석탄 협력 방안
 - 캘리포니아주의 에너지, 기후변화 이슈 및 정책 사례
- (연구방법) 현지방문 면담 및 자료 수집

3. 조사자

- 충청남도 기후환경녹지국 에너지 및 기후변화 담당 공무원 4명
- 충남연구원 여형범 책임연구원

연번	소속기관	부 서	직급	성명	역 할
1	충청남도	기후환경녹지국	국장	신동헌	◆충청남도 탈석탄 현황 정리, 언더투 동맹 가입 관련 정리
2	충청남도	기후환경정책과	팀장	윤여명	◆온타리오주 에너지 공공기관 사전 조사 및 인터뷰 정리
3	충청남도	기후환경정책과	행정6급	남승홍	◆방문기관 섭외 및 일정 조율
4	충청남도	기후환경정책과	행정6급	황민애	◆언더투 동맹 관련 준비
5	충남연구원	환경생태연구부	책임연구원	여형범	◆캐나다 및 온타리오주 에너지 현황 및 이슈 정리, 연구기관 및 민간조직 사전 조사 및 인터뷰 정리

4. 조사 기간 : 2017년 12월 12일 ~ 12월 20일(8박 9일)

5. 조사 착안 사항

- 캐나다는 석탄화력발전소를 점진적으로 폐쇄하며 이를 천연가스 및 신재생 에너지로 대체하겠다는 계획을 추진하고 있음
 - 온타리오주는 2003년부터 19기의 석탄화력발전소를 점차 줄여 2014년까지 모두 폐쇄하였음
 - 국내 탈원전 및 탈석탄 정책 추진과 관련하여, 언론 등에서 에너지전환 정책이 전기요금 상승을 가져올 수 있다는 반론의 사례로 온타리오주가 소개되기도 하였으나, 전기요금 상승의 원인이 온타리오주의 낡은 에너지 시스템을 개편하는 전반적인 과정에서 기인한다는 반론도 제기됨
 - 2017년 초 온타리오주 석탄화력발전소 폐쇄의 효과와 영향에 대한 논쟁이 발생하고 있어, 석탄화력발전소 폐쇄의 근거, 비용, 효과, 영향 등의 이슈를 조사할 수 있음
 - 토론토 시는 십여 년 전부터 기후변화 관련 선도적인 실천 도시로서, 지자체 단위에서 기후변화 정책 추진 계기 및 주요 추진 사업을 살펴볼 수 있음



그림 1 토론토 시청 방문

○ 방문 기관 중 하나인 '온타리오 청정 대기 동맹(OCAA)'은 600만 명의 온타리오 주민들을 대표하는 90개 이상의 기관들이 참여한 연합체임. 온타리오주 내에 있던 5개의 석탄화력발전소 폐쇄를 위해 공동 캠페인을 전개한 바 있으며, 현재는 온타리오주를 100% 재생에너지 전력 생산 지역으로 만들기 위해 공동 노력하고 있음. 이를 위해 OCAA는 온타리오주가 북미에서 가장 에너지효율성이 높은 주가 되도록 요구하고 있으며, 원자력발전 의존도를 더욱 낮추기 위해 이웃 퀘벡주의 수력발전과 장기간 계약을 맺어 전력을 수입할 것을 요구하고 있음. 또한 지역 공동체가 지역 내 재생에너지 자원을 이용해 전력을 생산할 수 있도록 돕는 활동을 전개하고 있음.

- 이번 방문을 통해 온타리오주 내 민간 단체들이 생각하는 온타리오주의 석탄화력발전 폐쇄 과정, 찬·반 논쟁, 대책, 효과 등에 대한 현장의 의견을 듣고, OCAA의 공동체 에너지 지원 프로그램 내용, 형식, 성과 등을 파악하여, 충남의 탈석탄 정책 추진에 시사점을 얻을 수 있을 것으로 기대함



그림 4 OCAA 대표와의 면담

○ 온타리오 발전소(OPG)는 온타리오주 전력 소비량의 50% 가량을 생산하고 있음. OPG는 보다 안정적이고, 안전하고, 환경적으로 건전한 방식으로 전력을 생산하겠다고 약속함. 2014년 마지막 석탄화력발전소를 폐쇄하였음. 두 개의 석탄화력발전소는 재생가능 바이오매스 발전소로 전환하였으며, 66개의 수력발전소와 두 개의 원자력 발전소를 운영하고 있음. 원주민 및 지역 사회와 함께 태양광 발전과 수력 발전에 대한 투자를 늘리고 있음. 현재 OPG의 설비 용량은 16,210MW임.

- 온타리오주는 온실가스 감축과 대기오염 개선을 위해 석탄화력발전소 5기를 폐쇄하였으나, 이후 100% 재생에너지 시대로 나아가기 위한 전략이 원활하게 추진되고 있지는 못함. 원자력발전소를 계속 운영하고 있으며, 정치권에서 대규모 재생에너지 투자에 대한 찬반 논쟁이 지속되고 있음. 온타리오주 전력망 전체의 개선 작업에 대한 대규모 투자와 더불어 OPG의 재생에너지에 대한 투자와 원자력발전소 리뉴얼에 대한 투자 등이 전기요금을 크게 올리고 있다는 비판도 제기됨.
- 이번 방문을 통해 2014년 석탄화력발전소 폐쇄 이후 OPG의 전원믹스 변경 계획 및 문제점 등에 대해 논의함으로써, 충남 내 석탄화력발전소의 전원믹스 변경 전략에 대한 시사점을 얻을 수 있을 것으로 기대됨.

○ 캘리포니아 EPA는 언더투 동맹 사무국 역할을 수행하고 있음

- 충청남도가 언더투 동맹에 가입할 필요성, 가입 조건, 가입 이후 아시아 지역에서 탈석탄을 위한 네트워크 구성 및 협력에 언더투 동맹이 기여할 수 있는 사항 등에 대한 확인 필요(T언더투 프로젝트 코디네이터 역할을 맡고 있는 aryn Akiyama가 언더투 가입 관련 상세한 설명을 줄 예정임)
- 더불어 미국 내에서 에너지 및 기후변화 정책에 선도적인 캘리포니아 주정부의 정책 사례에 대한 조사 진행(이번 방문에서는 Hon. Matthew Rodriguez 캘리포니아 환경부 장관, Aimee Barnes 에드문드 주지사의 선임자문위원

과의 미팅도 계획되어 있어, 언더투 동맹 가입뿐만 아니라 충남도와 캘리포니아주의 환경, 기후변화, 에너지 분야의 협력을 위한 논의가 가능할 것으로 기대함)



그림 7 캘리포니아 EPA 사무소 및 언더투 동맹 방문

6. 주요 일정

일 자	지 역	주 요 일 정
12/12(화)	인천	○ 인천 → 캐나다 토론토
12/13(수)	캐나다	○ 온타리오 에너지부, 에너지위원회 방문 - 온타리오 전력시스템 현황과 전망 - 온타리오 장기 에너지계획 추진 현황 - 석탄화력발전소 폐쇄 정책 추진 과정
12/14(목) ~ 12/15(금)	캐나다	○ OCCA, Pembina Institute 등 민간기구 방문 - 석탄화력발전소 폐쇄 정책에 대한 논쟁 - 석탄화력발전소 폐쇄의 효과 및 영향 - 최근 온타리오주 에너지 이슈 및 현황
12/16(토)	이동	○ 캐나다 토론토 → 미국 캘리포니아
12/18(월)	미국	○ 언더투 사무국, 캘리포니아 EPA 방문
12/19(화)	이동	○ 미국 캘리포니아 → 인천(12/20 도착)

7. 방문 기관

일 자	방문기관(대상)	주요업무
12/13	○ Ontario Energy Board (온타리오 에너지위원회)	◆에너지소비자 보호, 에너지기업 허가, 에너지요금규제, 에너지교육, 에너지공기업 성과 모니터링
	○ 온타리오 발전소	◆온타리오 전력소비량의 50% 생산 담당하는 공기업
12/14	○ 현장 탐방	◆구 발전소 현장, 수력발전소 현장, 건물에너지효율화 사업 현장, 토론토 시청 등
12/15	○ Pembina Institute (비영리 에너지 연구조직)	◆에너지정책연구, 컨설팅, 에너지포럼운영
	○ OCAA(온타리오 청정 대기 동맹)	◆온타리오주 내 90개 기관이 참여하는 연합체 ◆탈석탄, 탈원전 정책 추진을 위한 교육, 홍보, 정책 건의 활동
12/18	○ 캘리포니아 EPA	◆캘리포니아주 환경, 기후변화 정책 담당 부서
	○ 언더투 동맹 사무국	◆캘리포니아 EPA 내에 언더투 동맹 사무국 운영

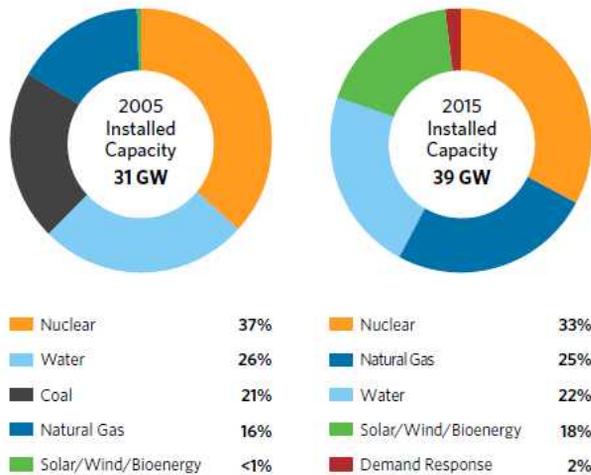
제2장. 연수 결과

1. 온타리오주 탈석탄 에너지 정책

1) 온타리오주 에너지 체계 개요

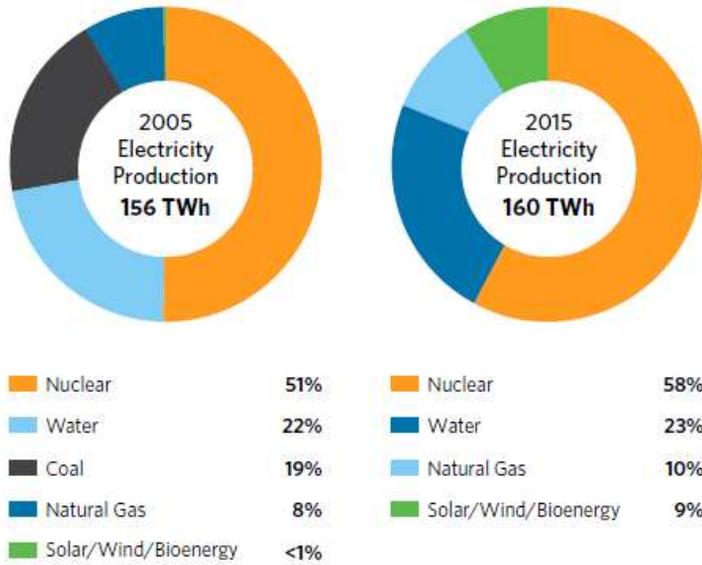
- (온타리오 전력 구성) 설비용량 기준 2005년 원자력 37%, 수력 26%, 석탄 21%, 천연가스 16%를 차지하였으나, 탈석탄 정책의 추진 결과 2015년 원자력 33%, 천연가스 25%, 수력 22%, 재생에너지 18%, 수요관리 2% 등으로 전원 구성이 크게 변화함

Figure 1: Ontario Installed Supply Mix in 2005 and 2015



- (온타리오 전력 생산량) 전력생산량 기준 2005년 원자력 51%, 수력 22%, 석탄 19%, 천연가스 8%를 차지하였으나, 2015년에는 원자력 58%, 수력 23%, 천연가스 10%, 재생에너지 9%로 변화함

Figure 2: Ontario Electricity Production in 2005 and 2015¹



- (온타리오 장기 에너지 계획) 2014년 석탄화력발전소 폐쇄 이후, 에너지 절약 및 에너지 수요 조정에 집중 투자하여 가정, 상업, 산업 부문의 에너지 집약도(energy intensity)를 줄여갈 계획임

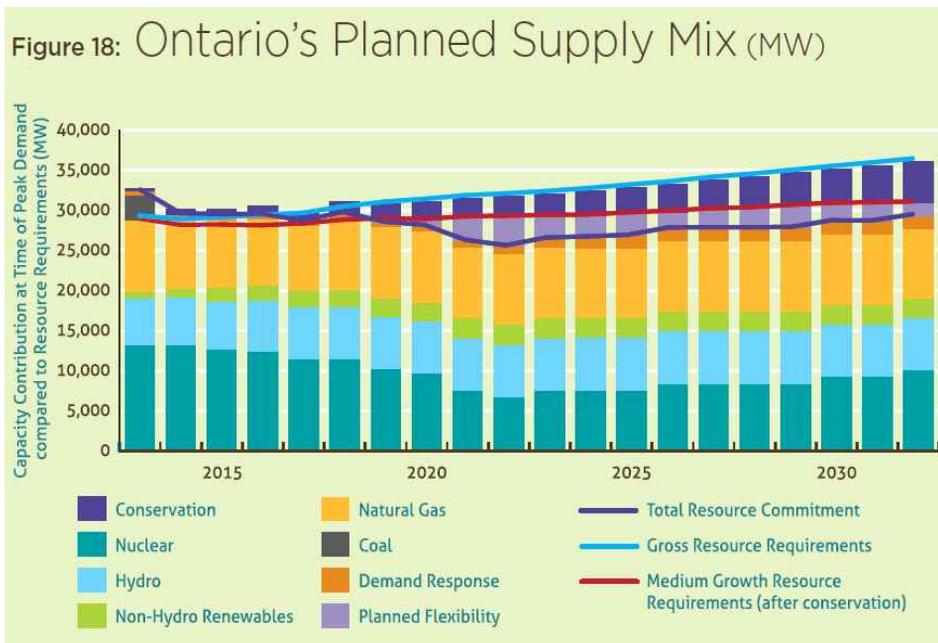


Figure 3: Residential Electricity Intensity*
Households are becoming more efficient



Figure 4: Commercial Electricity Intensity*
Businesses are becoming more efficient

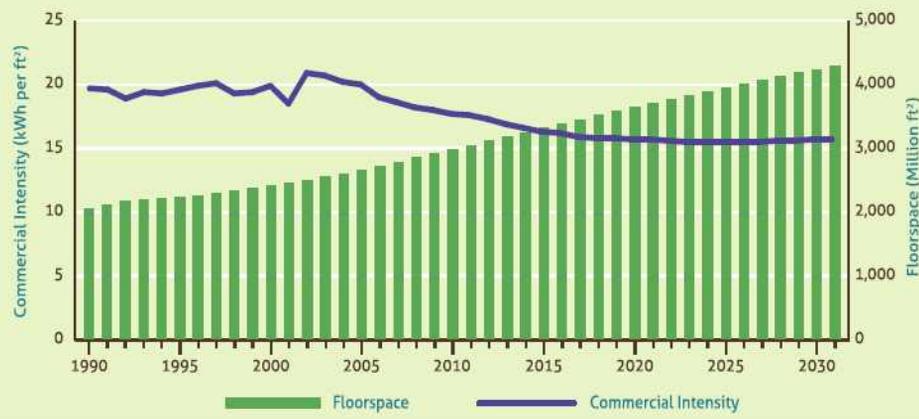


Figure 5: Industrial Electricity Intensity*
Industries require less energy to produce goods and support jobs



- (온타리오주 탈석탄 정책) 2012년 캐나다 정부는 석탄화력발전 부문에 온실가스 규제 기준(2015년부터 GWh당 이산화탄소 배출량을 420톤 이하로 배출)과 50년 이상 노후 발전소 배출 계획을 발표함
 - 석탄화력발전소가 밀집해 있는 앨버타주와 서스캐처원주는 IGCC, CCS 기술을 이용하겠다는 계획을 수립한 반면, 온타리오주는 석탄화력발전소를 전면 폐쇄하기로 결정함
 - 온타리오주는 이미 2003년에 석탄화력발전소를 전면 폐쇄하는 계획을 수립한 바 있으나, 전력수요 증가로 인해 전면 폐쇄 목표연도를 2007년에서 2009년과 2014년으로 두 차례 연기하였음
 - 온타리오주는 계획에 따라 2003년부터 차츰 석탄화력발전소를 폐쇄(2003년 19기, 2005년 15기, 2010년 11기, 2012년 9기, 2013년 2기 운영)해왔으며, 2014년 모든 석탄화력발전소를 폐쇄하게 되었음
 - 석탄화력발전소 폐쇄로 환경오염정화 시설 운영 비용 및 건강피해 비용 44억 달러와 발전용 석탄 수입에 투자되는 9억 달러의 비용을 감축할 수 있을 것으로 기대하고 있음



FIGURE 4. ONTARIO COAL PHASE-OUT TIMELINE

Source: IISD

- (온타리오주 탈석탄 정책의 효과) 온타리오주는 탈석탄 정책을 통해 온실가스 배출량 및 질소산화물, 황산화물, 미세먼지 등의 대기오염물질 배출량을 줄여왔으며, 수은 등 유해물질의 배출량도 크게 줄였음. 일년 중 60여일에 달했던 대기오염 우려기준 초과일이 석탄화력발전소 폐쇄 이후에는 하루도 발생하지 않음.

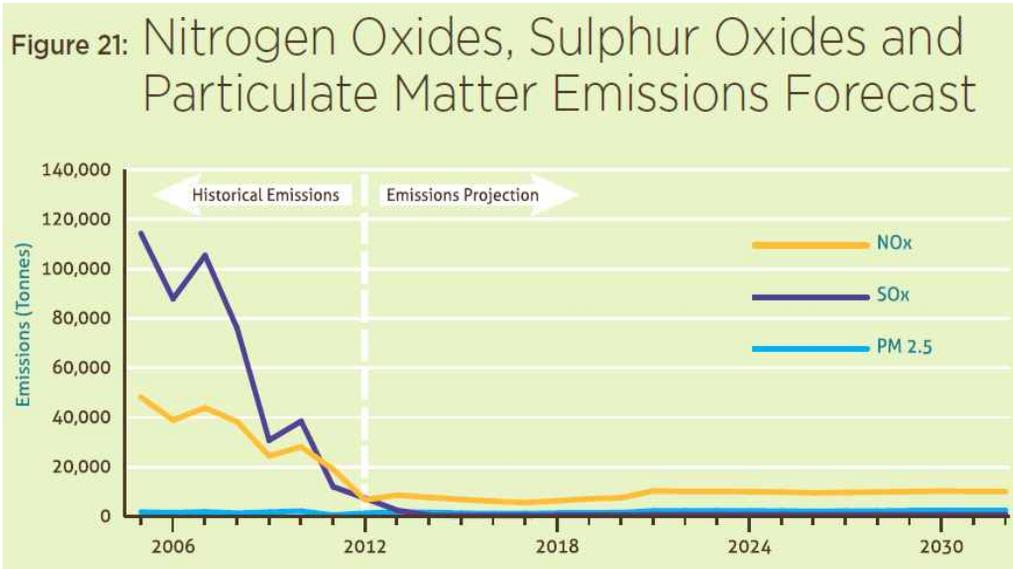
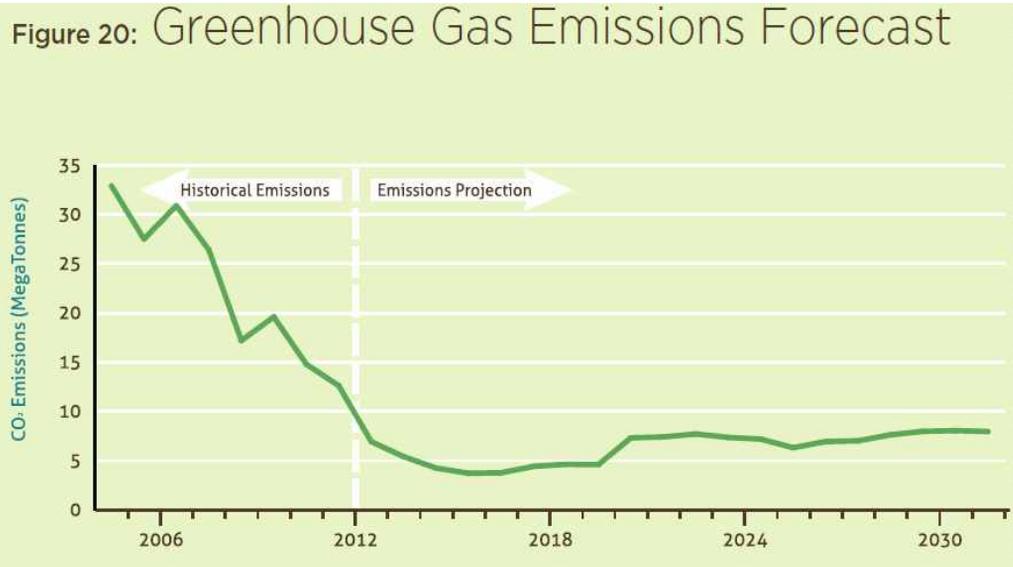
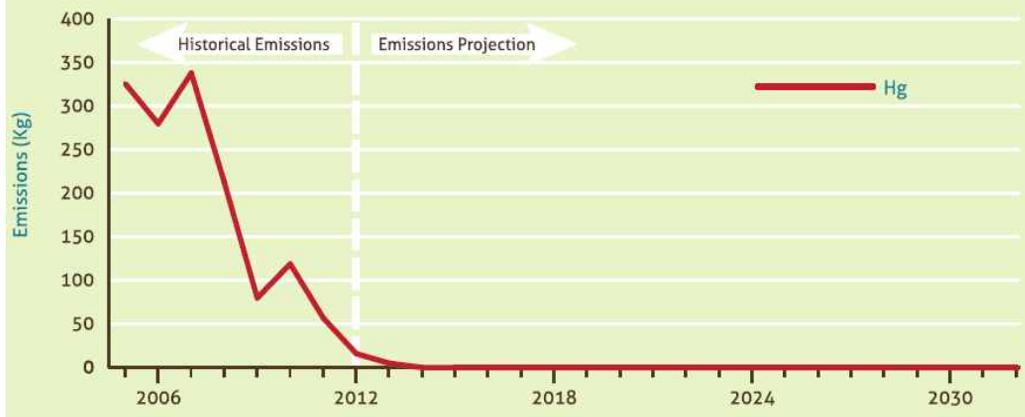
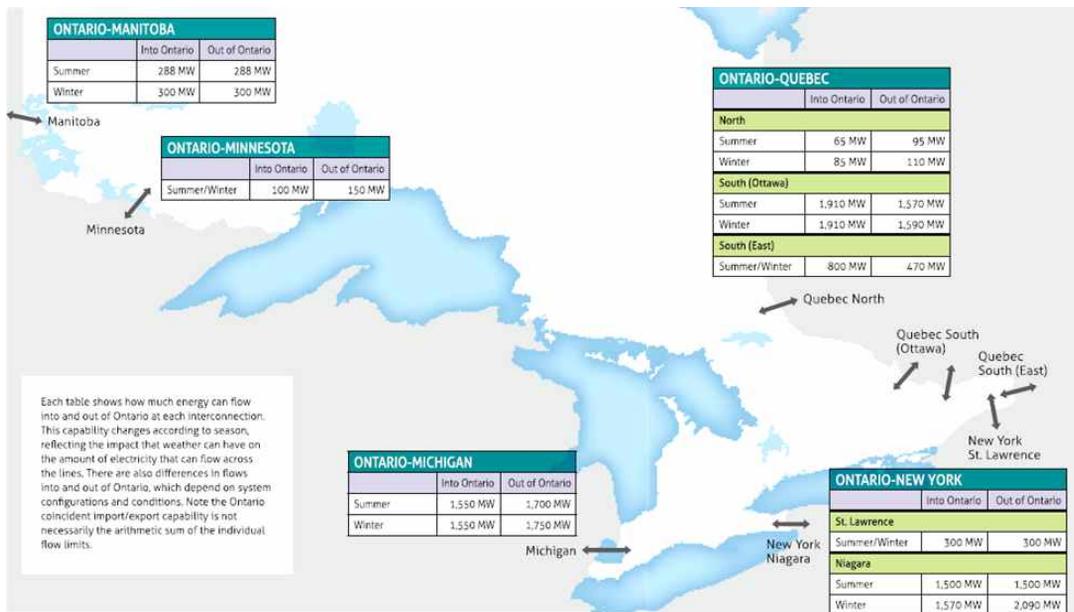


Figure 22: Mercury Emissions Forecast



- (온타리오주 인근 주와 전력망 연계) 온타리오주는 캐나다 매니토바주, 퀘벡주뿐만 아니라 미국의 뉴욕주, 미시간주와 전력망이 연계되어 있음



- (온타리오주 인근 미국 주의 에너지 믹스) 탈석탄 정책을 추진하는 캐나다와 달리 미국의 주들은 석탄에 크게 의존하고 있음. 향후 미국 주들의 석탄화력발전소 계속 운영 및 대기오염물질 이동이 온타리오주의 대기오염 및 건강피해에 미치는 영향에 대한 대응도 필요함.

2) 온타리오주 전력요금 체계

- 온타리오주 주민들은 전기 요금 상승에 대한 관심이 높음
 - 온타리오주의 전력요금은 2004년 5.02 cents/kWh에서 2014년 9.06 cents/kWh로 계속해서 상승했기 때문임
 - 더구나 직접적인 전력요금뿐만 아니라 송배전 요금(delivery fees)과 규제 요금(regulatory fees)도 마찬가지로 상승하고 있음. 많은 사람들이 왜 전력요금과 기타 요금이 오르는지 궁금해하고 있음

- 온타리오 발전과 송배전 시스템
 - 온타리오주 내 발전소는 200개 이상임. 온타리오 전력 시스템은 공공 소유, 민간 소유, 반-민간 소유 기업으로 혼합되어 있음
 - 정부는 두 개의 원자력 발전소와 나이아가라 폭포 발전소를 비롯한 몇 개의 수력발전소를 소유하고 민간은 브루스 원자력 발전소와 가스 발전소, 태양광 및 풍력 발전소를 소유함
 - 앞서 정리했듯이, 온타리오주의 전력 믹스는 2015년 기준 원자력발전이 60%를 차지하고, 수력이 24%, 천연가스 10%, 풍력 6%, 기타 재생에너지들이 나머지를 차지함
 - 원자력발전소는 3개가 운영되는데, 온타리오 호수에 위치한 달링톤(Darlington) 발전소와 피커링(Pickering) 발전소는 정부 소유인 반면 후론 호수에 위치한 브루스(Bruce) 발전소는 민간 기업인 브루스 전력의 소유임(브루스 원자력 발전소는 온타리오주 전력 공급량의 3분의 1을 차지)
 - 온타리오주 전체의 전력 송전망은 정부 소유인 Hydro One이 일차적으로 관리하는데, Hydro One은 최근 민영화 단계를 밟고 있음. Hydro One은 어떤 지역에서는 배전까지 담당하지만, 다른 지역에서는 지방 전

력회사가 배전을 담당함.

○ 온타리오 에너지 위원회(The Ontario Energy Board)

- 정부 기관인 독립에너지시스템운영자(IESO)가 전력 공급과 배분이 주 전체의 전력 수요를 감당할 수 있도록 전체 에너지 시스템을 감독하고 있음. 온타리오 에너지 위원회는 전력 가격을 설정하고, 다른 전력 배분 사업자에 의한 요금을 승인함. 온타리오주 에너지부는 온타리오주 전력 시장에 대한 정책과 중요한 의사결정을 담당함.
- 온타리오 에너지 위원회는 온타리오주의 에너지 부문을 감독하는 공공 기관임. 전력회사와 천연가스 회사의 공급과 요금청구 관련 규칙 준수를 감시함. 온타리오 에너지 위원회는 에너지 기업들이 고객들에게 부과하는 전력 요금, 송전 요금, 기타 요금의 단가를 승인하고, 시간대별 사용 요금을 설정하고, 에너지 규제 정책이나 관련 법의 변화를 승인함.

○ 전력 가격 설정 방법

- 온타리오 에너지 위원회가 발전소로부터 전력을 구입하며, 모든 가정 및 소규모 기업들에 전력을 공급하는 비용을 추정하여 전력 가격을 설정함. 매년 5월 1일과 11월 1일에 설정하는데, 6개월 동안은 전력 가격은 동일하게 유지됨. 전력 가격을 설정할 때 고려하는 네가지 요인은 다음과 같음.
- 첫째, 전력 소비자들의 전력소비 예상량.
- 둘째, 전력원별 상이한 가격.
- 셋째, 원자력, 수력, 천연가스, 재생에너지 등 이용가능한 전력원의 유형과 비용.
- 넷째, 이전 예측의 정확성 및 이를 감안해 소비자에게 돌려주어야 할 수 정치.

○ 시간대별 차등 전력가격(Time-Of-Use Pricing)

- 시간대별 전력 가격은 저녁이나 주말 등 전력 수요가 낮을 때 가장 싼. 온타리오주에서 전력 수요가 낮을 때에는 주로 원자력발전과 수력발전 등 24시간 가동되는 기저발전원의 전력을 공급받게 됨. 날이 밝으면서 전력 수요가 늘어나 기저발전원의 전력이 모두 사용되면 비용이 많이 드는 천연가스 등 발전원의 공급이 늘어남. 태양광이나 풍력발전은 이용가능한 시간에 공급됨.
- 2006년 11월, 온타리오 에너지 위원회는 4년간 동결해온 전력요금을 새롭게 설정함. off-peak 3.5 cents/kWh, mid-peak 7.5 cents/kWh, on-peak 10.5 cents/kWh. 이 요금은 2016년 11월 off-peak 8.7 cents/kWh, mid-peak 13.2 cents/kWh, on-peak 18.0 cents/kWh로 높아짐. 가장 낮은 off-peak 시간대의 요금을 기준으로 하면 10년 동안 149%가 상승한 셈이며, mid-peak 시간대의 요금을 기준으로 하면 71% 상승한 셈임

○ 전력요금 고지서(Electricity Billing)

- 전력요금 고지서에 적힌 요금 중 전력사용량에 의한 요금은 절반 정도만을 차지함. 나머지는 배전 요금과 규제 요금임.
- 배전 요금은 발전소에서 고압 송전망으로 온타리오주 전체를 거쳐 저전압 배전망을 통해 주택과 기업들에 공급되는 과정의 송배전 비용에 해당함. 배전 기업들이 부과하는 배전 요금은 온타리오 에너지위원회에 의해 승인을 받게 되며, 고객 서비스 요금, 배전망을 건설·운영하기 위한 분배요금, 발전소에서 배전회사까지 전력을 송존하는 시스템을 운영하기 위한 송전 요금이 덧붙여질 수 있음. 전력망 손실에 해당하는 비용도 에너지 위원회가 인정한 조정 계수를 통해 부과됨.
- 전력 규제 요금은 독립전력체계운영자(IESO)가 도매 전력시장을 운영하고 전력망의 신뢰성을 유지하기 위한 비용을 포함한 도매시장 서비스 요금(Wholesale Market Service Charge, WMSC)임. 즉, 소비자들은 도매

송전망의 손실에 대해서도 요금을 부과 받으며, 전력망 사고에 빠르게 대응하기 위한 예비 전력원 유지를 위한 비용도 부과 받음. WMSC에는 온타리오 전력 기관의 행정 비용, 농촌 및 격오지의 전력 요금 보조 비용, 재생에너지 연결 비용, 온타리오 에너지 빈곤층을 위한 전력 지원 프로그램 요금 등도 포함됨. 더 주요하게 2009년 온타리오 Green Energy Act를 통해 충분한 전력설비용량을 갖추고 에너지절약 프로그램을 추진하는 비용을 Global Adjustment(GA) 요금이라는 형태로 부담함.

- 평균적인 가정을 기준으로 볼 때, 요금 고지서에 나온 요금의 약 59%가 전력 사용량에 기초하고 있으며, 28% 정도가 송배전 요금, 13%가 규제 요금임.

○ 최근의 전력 가격 상승은 2000년대 초부터 시작된 에너지 시스템 개선 정책 결정에 기인함.

- 2003년 자유당(Liberal Party)이 집권한 당시, 온타리오주의 전력 시스템은 매우 낡아 있었고 전력 수요를 맞추기 위해 전력을 수입해야 했음. 또한 1980년대와 1990년대 건설된 원자력발전소로 인해 많은 빛을 지고 있었음. 또한 자유당은 선거 공약으로 내걸었듯이 석탄화력발전소를 폐쇄해야 했음. 이런 상황에서 정부는 낡은 전력기반시설을 개선하고 석탄발전소를 대신할 새로운 발전소로 천연가스, 풍력, 태양광 발전소를 공급해야 했음. 하지만 정부는 예산 지출을 줄이기 위해 민간 부문에 새로운 발전소 건설과 운영을 맡겼으며, 민간 부문은 20년 동안 고정된 수익을 주정부로부터 얻는 조건으로 비용을 부담하였음.
- 온타리오 주정부는 2004년 이후 변화된 에너지 여건에 맞추어 에너지 목표를 달성하고 전력 소비자의 이해관계를 보호할 수 있는 장기적인 지침이나 계획을 갖추지 못함. 온타리오 에너지 위원회가 2004년부터 이러한 계획을 만들어 왔지만 그 이후 진행된 정책 변화를 제대로 반영하지 못함. 소비자들은 에너지 비용 산정의 투명성이 부족하다고 느끼고 있으나,

에너지 위원회는 기술적 계획에 담긴 핵심 목표들을 검토하거나 주민들의 이해를 대표하여 결정할 역량이 부족했음.

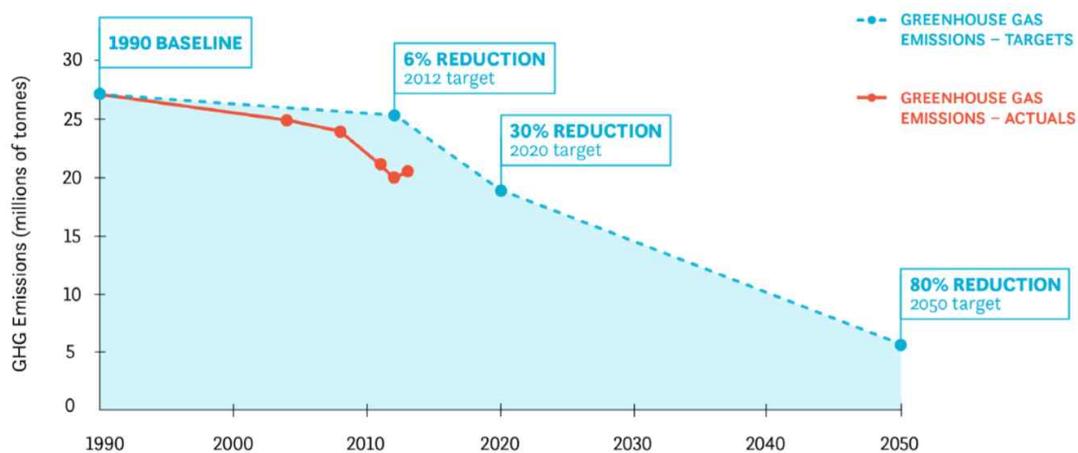
- 이 과정에서 모든 비용들이 전력요금 고지서를 통해 소비자들이 부담하게 되었음. 온타리오주의 전력소비는 2006년 151.1 백만MWh에서 2014년 139.8 백만MWh로 감소한 반면, 온타리오주의 전력 생산은 19%가 증가하였음. 주택과 소기업들에 대한 요금은 원자력 발전소, 천연가스 발전소, 재생에너지 발전소의 발전 비용으로 인해 70%나 증가하였음. GA 요금 또한 2006년 605 백만 캐나다 달러에서 2014년 7,030 백만 캐나다 달러로 크게 늘어남. 재생에너지 발전 비용은 시간이 갈수록 크게 떨어지고 있는 상황에서, 주 정부가 민간 부문의 발전사업자에게 지나치게 높은 가격을 보장하는 장기 계약을 체결했다는 점도 문제임. 현재 온타리오주는 잉여 전력을 구입 가격보다 낮은 가격에 이웃 주에 판매하고 있음.

3) 토론토 시의 에너지 정책

- 캐나다의 에너지 정책은 연방정부와 주정부 수준에서 결정되어 추진되기 때문에 방문지인 토론토 시정부의 역할에 대한 기대는 높지 않았음
 - 실제로 펨비나 연구소나 OCAA 등의 민간 연구소 및 시민단체들의 활동도 연방정부나 주정부를 대상으로 이루어짐
- 하지만, 시정부 또한 도시계획, 건축, 교통, 안전 등 시정부 고유의 책임과 권한 내에서 기후변화 대응, 에너지 효율 개선, 재생에너지 확대 등을 위한 사업을 추진하고 있음
- 토론토 시는 기후변화에 대응하는 선도적인 도시로 록펠러 센터가 후원하는 회복력 강한 100개 도시 네트워크(100 resilient cities network)에도 가

입한 바 있음

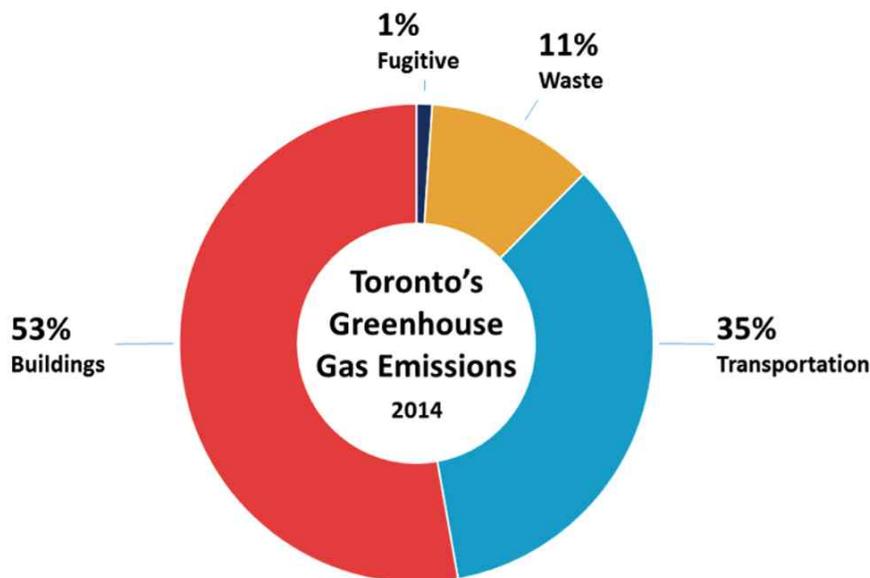
- 토론토 시는 2007년 <기후변화와 대기개선 실행 계획>을 수립하여 온실가스 배출을 줄이고 대기질을 개선하고자 함. 토론토시는 2012년까지 1990년 배출량의 6%를 줄이고, 2020년까지 1990년 배출량의 30%를 줄이고, 2050년까지 1990년 배출량의 80%를 줄이는 목표를 설정함.



자료: The City of Toronto, 2017, Zero Emissions Building Framework.

- 이 목표는 2009년 <지속가능한 에너지 전략>으로 발전되어 전력소비를 줄이고 천연가스를 보전하고 재생에너지 발전을 늘리는 구체적인 목표를 제시함. 토론토시는 건물 부문의 온실가스 감축을 위한 주요 수단으로 저탄소 지역 에너지 시스템(district energy system)의 적용을 검토하고 준비함.
- 1990년 배출량의 80%를 줄이는 목표를 달성하기 위해, 2015년 다양한 이해당사자들이 참여하는 전환 TO(TransformTO)를 구성하여 기존 기후변화실천계획과 지속가능한 에너지 전략을 보완하고 새로운 전략들을 제시함. 이러한 논의들은 최근 온타리오주의 기후변화실천계획(2016~2020)에 담겨서 지원을 받게 됨.

- 2014년 기준 토론토시의 온실가스 배출량의 절반 이상이 건물 부문임. 토론토 시는 2010년 토론토 녹색 기준(Toronto Green Standard)을 만들어 에너지 효율과 온실가스 배출량 기준을 두 단계로 제시하였음.
 - 도시계획을 통해 특정 지역의 새로운 건물들은 낮은 단계의 기준을 만족시킬 것은 의무화시켰지만 높은 단계의 기준은 자발적 기준으로 남겨야 했음. 2014년에는 이 기준을 강화시켜 낮은 단계의 기준은 15% 강화하고 높은 단계의 기준은 25% 강화하였음.
 - 2010년 이후 15% 가량의 개발사업이 낮은 단계의 기준을 만족하였고, 15개의 건물이 높은 단계의 기준을 만족하였음.
 - 2017년 현재, 이 기준을 더 강화해야 한다는 요구가 나오고 있음.



- 토론토는 빠르게 성장하는 도시임.
 - 매년 24,000명 정도의 인구가 유입되고 있으며, 이에 따라 주택 및 건물 수요도 늘고 있음. 2015년 광역 토론토 지역(Greater Toronto Area)에 지어진 주택의 65%는 도시 지역에 지어졌음. 2011년과 2015년 사이 85,000여 주택이 토론토에 건설되었고, 주택의 83%는 콘도미니엄 아파트였음.

현재가 콘도미니엄형 아파트 건설은 토론토 개발 역사에서 가장 높은 시기임.

- 2050년 온실가스 감축 목표를 맞추기 위해서는 건물 분야의 에너지 효율 증진과 온실가스 감축이 절대적으로 필요한 상황임.

- 토론토 방문 기간 중 토론토시에서는 제로 에너지 빌딩, 제로 온실가스 배출 빌딩에 대한 논의들이 활발하게 소개되고 있었으며, 온타리오 에너지부 장관이 참석하는 관련 행사들이 진행되고 있었음.
- 특히, 토론토 시가 위치한 온타리오 호수의 심층수를 이용하여 대형 건물들의 냉방 시스템을 구축하려는 시도도 인상 깊은 사례임. Air Canada Centre, Steam Whistle Brewing, Ritz-Carlton Toronto 등 다운타운의 30여 개 대형 건물들이 이 프로젝트에 참여하고 있음.
- 토론토에는 오래된 발전소를 미술관과 전시관으로 재활용한 사례가 있음.
 - 발전소 현대 미술관(Power Plant Contemporary Art Gallery)이 대표적임. 1926년 토론토 항만의 냉난방을 위한 전기와 열을 생산하기 위한 발전소가 건설되었음. 1976년에 일부가 미술 갤러리로 변신하였으나 1980년까지 실제 전력 생산이 이루어졌음. 1987년에 공공 예술 갤러리로 확장되어 전시, 공연, 행사 등이 이루어지는 공간으로 활용되고 있음. 현재도 굴뚝 등 발전소 외관은 옛 모습을 그대로 지니고 있음.
 - 다만, 방문 기간 중에는 갤러리가 휴관 중이라 내부에 들어가서 설명을 듣지는 못하였음. 아래 사진에서 발전소 현대미술관 뒤편으로 보이는 타워가 토론토 시의 랜드마크인 CN 타워임. CN 타워는 토론토 항만까지 이어지는 철도망을 관제하기 위해 건설되었으며, 항만 내 여러 곳에 위치한 소규모 발전소들은 항만 시설에 열과 전기를 공급하기 위해 건설되었

음. 현재 CN 타워와 발전소들은 리뉴얼되어 문화 및 관광 자원으로 활용되고 있음.



사진 자료: Power Plant Contemporary Art Gallery (<http://www.thepowerplant.org>)

2. 언더 투 동맹 가입 관련 협의

1) 언더투 동맹 개요

- 언더투 동맹(Under2 Coalition)은 기후변화에 대응하고자 하는 지자체들의 연합임.
 - 언더투는 지구 기온 상승을 2℃ 이하로 낮춘다는 목표와 일인당 이산화탄소 배출량을 연간 2톤 이하로 낮춘다는 목표를 상징하는 말임.
 - 미국 캘리포니아주와 독일 바덴-뷔르템베르크주가 주도하여 10개 지자체와 함께 2015년 발족하였음.
 - 2050년까지 온실가스 순배출을 제로화하기 위해 지자체 자체의 노력뿐만 아니라 국가 및 국제 사회의 변화를 요구하고 있음.
- 현재까지 43개국 205개의 지자체가 언더투 동맹에 서명하였음. 지자체들은 2050년까지 1990년대 배출량의 80~95%를 감축하거나 일인당 이산화탄소 배출량을 연간 2톤 이하로 낮추기 위해 함께 노력할 것임.
- 언더투 동맹에 가입하려면 2030년까지 온실가스를 감축하기 위한 지자체의 계획을 제출해야 함.

2) 면담 주요 내용

- 기후변화 협약은 국가 사이의 약속이지만, 국가 간 합의가 매우 어렵다는 점에서 지방정부부터 맞춰가는 노력이 필요함

- 탄소저감프로그램의 개발과 시험 적용, 정부 프로그램으로 활용 및 타 지방정부로 확산이 언더투 동맹의 기본적인 활동 경로임
 - 언더투 동맹에 가입한 지방정부들이 많아질수록 보다 혁신적인 사업과 경험을 서로 나눌 수 있는 기회가 늘어날 것임
 - 캘리포니아주는 석탄화력발전소를 운영하고 있지 않다는 점에서 충청남도에게 직접적인 도움을 줄 수 없지만, 언더투 동맹에 가입한 독일의 지방정부 및 중국의 지방정부들은 충청남도와 협력할 수 있을 것임

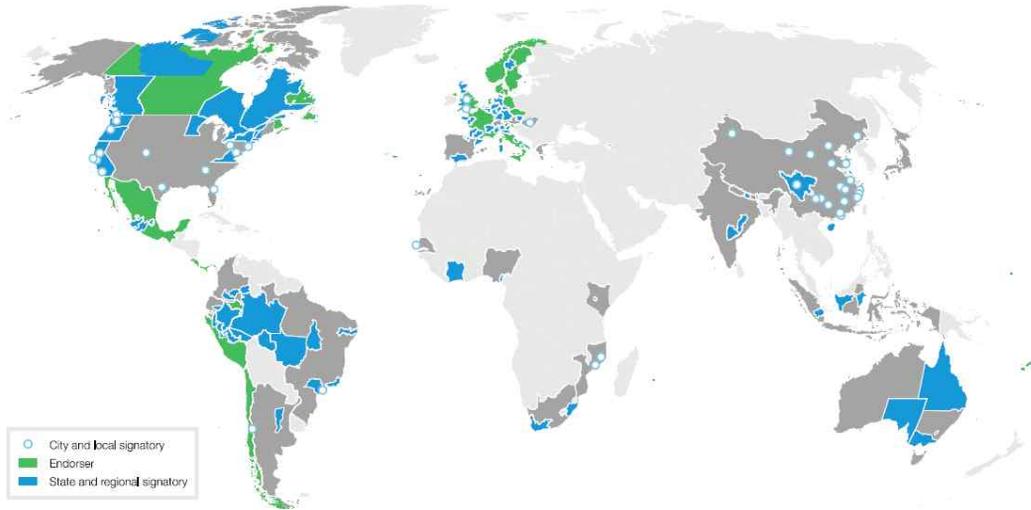
- 지방정부별 상이한 여건을 지니고 있지만, 기후변화에 대응하고 이를 경제부흥의 기회로 삼을 수 있다는 것은 지방정부의 공통된 목표임
 - 2050년까지 온실가스 배출량을 1990년 수준에서 80%~90% 가량 줄이기 위해서는, 온실가스 배출에 대한 과학적인 조사와 이에 따른 로드맵 수립이 필요함
 - 2030년까지 온실가스 배출량을 얼마만큼 줄일 것이며, 이를 위해 에너지 절약 및 재생에너지 보급을 어느 정도로 증진할 것인지에 대한 목표 설정이 필요함

- 2018년 8월 언더투 동맹 총회를 캘리포니아 주정부가 주최하게 됨
 - 충청남도도 그 이전에 언더투 동맹 가입을 위한 준비를 마무리하고 총회에 참석하기를 바람
 - 이번 총회는 지방정부 뿐만 아니라 기업과 NGO도 함께 참여함으로써 언더투 동맹의 목소리를 더욱 확장하고, 유엔 및 각국 정부에 더 큰 압력을 가할 것임

- 언더투 동맹은 ICLEI, 탈석탄동맹 등 지방정부가 참여하고 있는 다른 네트워크와도 협력을 증진할 것이며, 충청남도가 이러한 네트워크에 참여하여

활동 폭을 넓혀가는 것을 적극 지지함

- 아시아 지역에서 기후변화 대응을 위한 지방정부 간 네트워크 구축 및 협력 증진에 있어 충청남도의 역할도 기대함

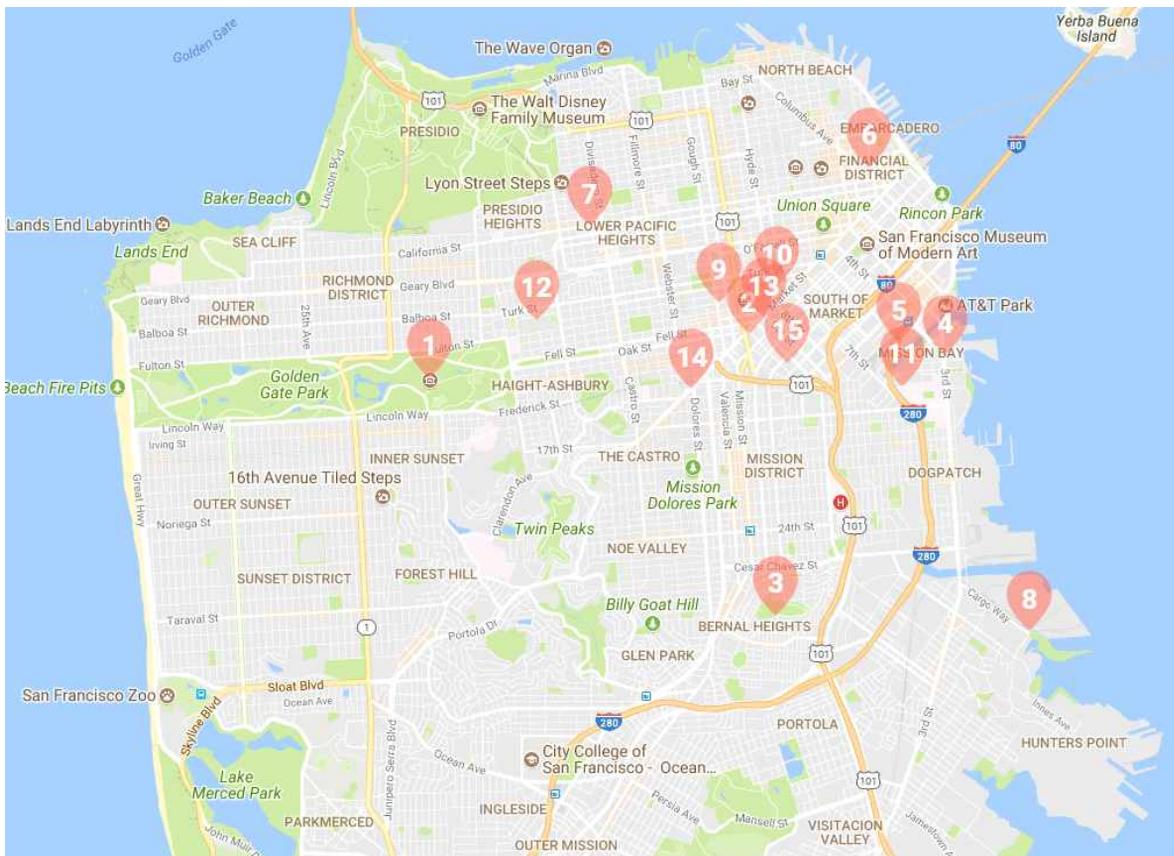


○ 주요 면담자

- Hon. Matthew Rodriguez 캘리포니아 환경부 장관
- Alexa Kleysteuber 캘리포니아 환경부 국제협력담당관
- Aimee Barnes 에드문드 주지사의 선임자문위원
- Heather Hickerson 캘리포니아 환경부 국제협력 프로젝트 매니저
- Taryn Akiyama 언더투 동맹 프로젝트 코디네이터

3) 샌프란시스코 시 옥상녹화 사례

- 샌프란시스코시는 2016년 신규 건물 건설 시 태양광 발전 시설 설치를 의무화하는 조례를 제정하였음. 이와 함께 태양광 발전 시설 설치 대신 green roof를 설치할 수 있도록 하였음. green roof 설치 시 건물의 냉난방 에너지 수요를 줄일 수 있고, 동시에 빗물 저장을 통한 홍수 저감 효과와 생태 공간 제공이라는 다양한 기능을 가지기 때문임.
- 그림은 현재 샌프란시스코 시 내에 설치된 대표적인 green roof 사례지를 표시하고 있음



<그림 25> 샌프란시스코시의 green roof 사례 지역

- 이번에 연수단은 샌프란시스코 시에 위치한 California Academy of Sciences(CAS)의 Living Roof 사례지를 방문하였음
 - CAS는 건물 옥상 가에 태양광 발전 설비를 설치하고, 옥상 내부는 전체

면적의 87%를 언덕 형태로 녹화하였음(그림 참조)

- CAS는 녹화된 옥상 언덕이 가져오는 효과를 지속적으로 모니터링하고 있음
- 충남도 또한 녹색건축물 또는 제로에너지빌딩 구성에 관한 조례를 제정하고, 더불어 옥상녹화 관련 조례를 제정하여 건물 부문의 에너지 효율 개선, 수자원 보호, 도시 생태계서비스 증진 등의 효과 도모 필요
- 방문지였던 캐나다 토론토 시 또한 제로에너지 빌딩 관련 조례 외에 옥상녹화(green roof) 의무화 조례를 2012년 제정한 바 있음(옥상 면적이 5000m² 이상인 모든 공공건물 및 민간건물은 옥상 면적의 20~60%를 녹지로 조성해야 함. 학교, 공장, 저소득층을 위한 주택 등은 의무 면제)



Green Assets

Living roofs soak it in

Unlike normal roofs, living roofs absorb most of their rainwater. They reduce runoff pollutants and minimize flooding and stress on sewage systems. This building retains 98 percent of the rainwater that falls on it, almost 13.63 million liters (3.6 million gallons) per year. During heavy rains, a system filters overflow water back into the ground.

Vivian Young © California Academy of Sciences

그림 26 California Academy of Sciences(CAS)의 Living Roof