

2019. 10.
K.K.A.B.하자

국외 테마 체험 연수 보고서

- 고령사회 전남의 신재생에너지 및 스마트팜 활용방안 연구 -



||| 목 차 |||

1. 국외 연수 개요 3
2. 연수 주요 일정 4
3. 연수 주요 내용 5
4. 체험결과 및 시사점 16

고령사회 전남의 신재생에너지 및 스마트팜 활용방안 연구

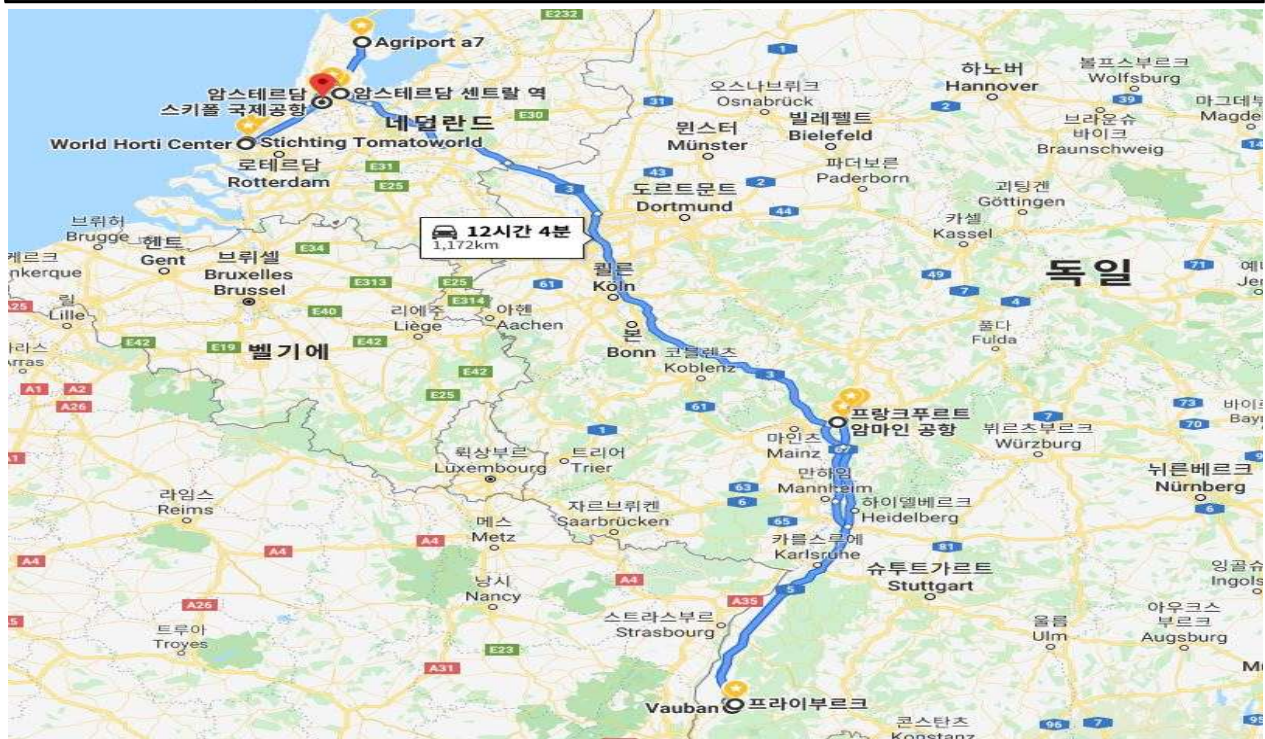
1 국외 연수 개요

- 연수국 : 독일(프랑크푸르트, 프라이부르크) 네덜란드(암스테르담) 총 2개국
- 연수 주제 : 고령사회 전남의 신재생에너지 및 스마트팜 활용방안 연구
- 연수 목적 : 1차 산업기반 고령화 전남의 4차 산업화시대 적용 추진과제 도출 및 전남 블루 이코노미에 따른 신성장 동력 발굴 모색
- 연수 기간 : '19. 9. 27(금) ~ 10. 5(토) (7박 9일)
- 연수자 인적사항 : 총 4명
 - 기획조정실 과장 백진현, 신사업개발처 과장 안성우,
건축안전사업처 과장 김찬형, KIC사업단 대리 김동현
- 연수 주요내용
 - 독일 프라이부르크(세계적인 친환경 생태도시)
 - 네덜란드 베쥬크(첨단 스마트팜의 표본)
 - 네덜란드 월드윈예센터(윈예분야의 글로벌 지식 및 혁신센터)
 - 네덜란드 토마토월드(80여종의 토마토 생산 및 전시, 판매)

2

연수 주요 일정

일자(요일)	주요일정	비 고
9월 27일(금)	○ 인천공항 출발 → 프랑크푸르트 도착	
9월 28일(토)	○ 프라이부르크로 이동 - 보봉마을 견학	- 세계적인 친환경 도시, 생태도시 프라이부르크 견학
9월 29일(일)	○ 프라이부르크 시가지 투어 ○ 프랑크푸르트로 이동	
9월 30일(월)	○ 프랑크푸르트 시가지 투어	
10월 1일(화)	○ 암스테르담으로 이동 ○ 토마토월드 견학	- 홍보관, 컨퍼런스룸, 체험프로그램 운영
10월 2일(수)	○ 베주크 견학	- 생산, 가공, 유통의 통합경영 경쟁력 확보를 위한 혁신농업단지
10월 3일(목)	○ 월드원예센터 견학	- 교육기관, 기자재 전시판매공간, 실증체험시설 운영
10월 4일(금)	○ 암스테르담 시가지 투어 ○ 암스테르담공항 출발 → 인천공항 도착(10. 5.)	



□ 프라이부르크

○ 개요

* 세계 최초의 태양광 산업이 태동한 곳, 프라이부르크

재생에너지를 활발하게 사용해 성공사례로 떠오른 프라이부르크는 ‘세계 최초 태양광 산업이 태동한 곳’, ‘유럽에서 가장 큰 태양광 전문 전시회 ‘인터솔라’의 첫 개최지’, ‘친환경 도시로써 새 일자리 창출, 관광객 유치, 경제성장을 이룬 곳’, ‘1979년 전 세계 최초 솔라패널 설치’, ‘자동차 보유 대수 10명당 2.5대 보유’ 등 상징하는 바가 많은 도시입니다.

프라이부르크의 재생에너지 역사는 1970년으로 거슬러 올라갑니다. 프라이부르크 지역에서 차로 30분(20km) 떨어진 비일(Wyhl) 지역 포도밭에서 핵발전소를 짓는다는 말을 듣고 독일에서는 여러 시민이 원전을 반대하는 평화 운동으로 번지게 됩니다. 그때, 원전 폐쇄라는 성과를 내며 도시 차원으로 ‘녹색도시’ 브랜드를 만들어나가기 시작했습니다. 이후 1979년 전 세계 최초 솔라패널을 설치하고, 81년 솔라에너지협회 (ISE)를 만듭니다. 그러던 중 86년 러시아 체르노빌에서 원자력 사고가 일어나게 되고, 이때부터 프라이부르크는 본격적으로 ‘탈원전 선언’과 함께 ‘친환경 에너지 자립 도시’를 선언하게 됩니다. 그 뒤 2011년 일본의 후쿠시마 원자력발전소 사고가 나면서 이들은 ‘완전 탈핵’을 선언하고 도시의 각 가정과 건물에서 에너지 절약을 할 수 있도록 준비 절차를 활발히 하게 되었습니다.

○ 특징

① 태양에너지 기술의 메카

그들은 단계적으로 에너지 자립 도시를 만들었습니다. 우선 건축 방식을 몇 가지로 나누어 전체적으로는 저에너지하우스, 패시브 하우스, 잉여 에너지 하우스로 나누어 서서히 잉여 에너지 하우스로 갈 수 있게 한 것입니다. 독일인들은 단독 주택을 선호하는 편이지만, 에너지 효율을 위해 이곳 도시 사람들은 연립주택을 선택하여 효율을 높이하고자 했습니다.

- 패시브하우스 - 3중 창호나 단열재 등을 사용해 건물의 열 누출을 막아 에너지 소비를 줄이는 주택
- 플러스 에너지하우스 - 패시브하우스에 태양광 설비를 설치해 에너지 소비는 줄이고, 필요한 전력은 직접 생산·사용하는 게 플러스에너지 하우스의 기본 개념. 국내에서는 '액티브 하우스'란 이름으로 불린다.

그렇게 하기 위해 시는 기존 주택을 패시브 하우스나 잉여 에너지 하우스로 개조할 때 드는 비용을 낮은 이자로 빌려주었고, 공공시설에서도 태양광을 많이 사용할 수 있도록 축구장, 전시장, 시청, 학교, 교회, 빌딩 등 총 1,000여 개의 건물에 태양광 패널이 설치되었습니다.

대표적인 사례가 바로 태양광 시설이 있는 SC 프라이부르크의 축구장 '바데노바 경기장'입니다. 60㎡ 면적의 대형 태양광발전장치를 설치한 이 경기장은 태양에너지 모듈 5개를 1계좌 1만 마르크로 101명의 시민이 함께 구입하여 설치한 것입니다. 이곳에서 생산되는 전력은 60여 가구에서 1년 동안 사용할 수 있을 정도의 어마어마한 양을 자랑합니다.

또한 은행, 슈퍼마켓, 오피스, 펜트하우스(4층) 등 60여 개로 구성된 복합 건축물 “태양의 배(solar ship)” 건축물도 많은 사람의 입에 오르내리는데요. 총 180~200여 명이 상주하는 이곳은 모든 에너지를 자립형으로 공급받습니다. 태양광 에너지를 통해 전기를 공급받고 태양열에너지를 통해 건물의 냉난방을 합니다.

② 친환경 정책과 도시 구성으로 재생 에너지의 메카가 되다

해바라기처럼 태양을 따라 움직이는 재생에너지 집도 있습니다. ‘헬리오트롬’이란 이름으로 불리는 이 건축물은 1994년 만들어진 친환경건물 입니다. 집 전체가 태양을 따라 360도 회전할 수 있도록 설계된 건물인데요. 일반적으로 건축물에 태양광 패널이 설치된 것에 비해 최대 5배 이상의 에너지를 생산할 수 있게 됩니다.

이러한 친환경 정책과 도시 구성으로 인해 많은 재생에너지 기업들이 프라이부르크를 찾게 됩니다. 자연스럽게 1,000개가 넘는 친환경일자리가 창출되어 지역 경제에 긍정적인 영향을 미치게 되었죠. 실제로, 전 세계 태양에너지 관련 전문가 100여 개국 5,000여 회원을 거느린 국제 태양에너지 협회(ISES)가 1995년 미국에서 이곳으로 옮겼고, 유럽의 대표적인 재생에너지 관련 기구 유로솔라도 이곳으로 옮기게 되었습니다. 그렇게 되면서 자연스럽게 프라이부르크는 인터솔라, 친환경 도시개발 정책에 대한 국제 협회(local renewables), 솔라 국제회의(Solar summits Freiburg), 건축-에너지-테크닉 박람회 등(GET) 각종 산업 박람회, 심포지엄의 중심지가 됩니다.

□ 보봉마을(Vauban)

○ 개요

410km² 면적에 2천500여가구, 5천500여명이 사는 보봉마을은 2차 대전 이후 연합군으로 진주한 프랑스군이 주둔하며 프랑스식 지명인 '보봉(Vauban)'이란 이름을 얻었습니다. 태양광 등 신재생에너지를 이용한 '친환경 에너지 마을'로 유명세를 타고 있는 보봉마을은 과거 프랑스군이 쓰던 막사를 주거지로 개조해 쓰는 집들을 군데군데 볼 수 있습니다. 보봉마을은 1992년 프랑스군이 철수하며 친환경 에너지 마을로서 개발이 본격적으로 추진되었습니다. 친환경 신재생에너지 활용의 모범사례인 이 마을은 세계 곳곳에서 벤치마킹을 하고 있고, 독일 다른 지역에서도 유사 사업을 추진하고 있다고 반근우 박사가 전해 주셨다.

○ 특징

① 차 없는 마을

보봉마을에는 자동차가 들어갈 수 없습니다. 정원과 공원, 어린이 놀이터, 자전거주차장이 대신하고 있으며 마을에 들어와 주거하기 위해서는 개인소유의 주차장을 짓지 않는다는 약속을 해야 합니다. 마을의 주민들은 자동차 대신 노면전차, 자전거, 버스, 카셰어링 등을 이용하고 있습니다. 차량을 통제함으로써 마을의 대기가 맑아졌을 뿐만 아니라 사람들이 공간을 자유롭게 활용할 수 있는 공원 같은 마을이 조성되었습니다.

② 태양광 에너지 주택

보봉마을은 집집마다 지붕에 태양광 패널이 설치되어 있으며 태양광 에너지 주택은 일명 패시브하우스로 불리며 단열을 통해 건물 내부의 에너지 손실을 최소화하고 있습니다. 보봉마을 내 주택들은 태양광

설비가 되어있기 때문에 매달 300유로가량의 전기에너지를 생산해 50유로는 가정에서 사용하고 나머지 250유로 상당의 에너지는 판매해 수익을 창출하고 있습니다.

③ 시민들의 자발적 참여 및 시의 정책적 노력

녹색당 출신 시장이 꾸준히 친환경정책들을 실천해왔고, 보봉시민 자치조합 등을 만들어 의사결정 및 시의 정책에 반영



<보봉마을 플러스에너지 하우스>



<보봉마을 태양광설비>



<태양광 주차장>



<태양광 주차장 계측 현황판>



<보봉마을 헬리오트롭>



<프라이부르크 신시청>

□ 네덜란드 베주크(Bezoek Agriport)농장(노르트홀란드주 Agriport A7)

○ 개요

암스테르담에서 북쪽으로 50여 분 떨어진 첨단 유리 온실 단지 아그리포트(Agriport) A7이 있습니다. 이 단지 내에 위치한 베주크(Bezoek)농장 부부는 서남부 지역에서 파프리카 농사를 짓다가 2007년 당시 간척 사업을 통해 새롭게 조성된 현재 이곳 아그리포트 A7 단지로 이주해온 중년의 농부 부부입니다. 당시 이부부가 갖고 있던 유리 온실의 규모는 20ha 였습니다. 2015년에 10ha를 더 확장해 현재는 30ha(약 10만평)에 달하는 파프리카 및 토마토 재배 온실을 소유하게 되었습니다. 처음 이 유리 온실을 방문했을 때 저희는 눈이 휘둥그레 졌습니다. 어마어마한 규모에 압도당한 것부터 시작해, 11m높이의 온실의 천장 끝까지 올라온 파프리카 즐기하며, 대부분의 과업들이 자동으로 제어 및 운영이 되고 있었습니다. 또한 매일 하루 평균 30톤의 파프리카가 공장에서 물건 찍어 내듯 출하되며, 생산된 물량의 90프로 가량 수출된다는 것이 과연 농업강국이구나 라고 느껴졌습니다.

○ 특징

- 매년 7,000여 그룹의 인원이 방문
- 주요 재배작물 : 파프리카, 토마토 등
- 3월에 수확을 시작하여 11월까지 수확 완료,
- 하루에 30,000kg의 파프리카 생산, 생산량의 95% 수출(유럽>미국>일본 등), 5% 국내 판매(푸드뱅크 등 활용)
- 열병합발전기 3대를 사용하여 열, 이산화탄소, 전기를 생산

- 수십개의 외기 센서는 수초 단위로 외부 환경을 측정하며, 센서들은 외부 온도, 풍향, 풍량, 일조량과 일조 방향 등을 수집한 후 그 값을 서버로 보내 온실 내 온도, CO2, 농도, 습도, 등을 관리
- 해충퇴치를 위한 농약 대신 이로운 벌레를 이용한 친환경 농장
- 양액원수 저수조를 이용하여 작물이 흡수하지 않는 양액은 거터 중간 통로를 통하여 모아지고 재활용 됨. 모아진 폐액이 재활용되기 전에 먼저 여과되고 살균 됨
- 2014년부터 지열을 이용하고 있으며 온실난방을 위해 약 90도씨의 온수를 2.5km 깊이에서 펌프로 끌어 올려 사용. 난방필요량의 50% 이상 친환경으로 충당하고, 잔여 에너지 활용하여 인근 구글社, 마이크로소프트社 데이터센터에 에너지 제공함.
- 농약을 사용하지 않고, 천적을 이용하여 해충 박멸
- 종업원 대략 100 여명. 가족경영회사로 자국민을 우선 채용하고, 부족한 인원은 동유럽(루마니아) 노동자들과 학생을 파트타임 채용



<베쥬크 아그리포트 전경>



<베쥬크 아그리포트에서 생산된 파프리카>



<유리온실 에너지공급용 열병합 발전기>



<자동화되어 움직임을 관리하는 유리온실>

□ 월드원에센터(웨스트랜드 위치)

○ 개요

여러 기업들, 교육기관 등의 협력으로 운영되며, 농업에 대한 실증연구, 미래 농업에 대한 실증연구, 미래 농업을 책임질 다양한 국적의 학생들을 가르치는 공간으로 활용되고 있습니다. 연구는 기후, 생육, 일조량 등 농작물 관련 다양한 분야를 주제로 전문연구기관이 함께 참여해 강의형, 실습형 등 다양하게 활용하며 이를 위한 시설들이 갖추어져 있고, 전문교육기관의 강사, 커리큘럼에 따라서 농산업가로 육성하고 있습니다.

○ 주요 현황

- 연구, 시범 및 교육의 융합을 이루고 있으며 관련 분야 종사자 등 다양한 교육, 연구 및 정보서비스 제공, 매년 50,000명의 인원이 방문
- 연구 : 연구시설 및 재배시설이 모두 센터 내에 위치하여 있고, 농작물 및 원예의 최적의 생육요인을 찾아 실증연구를 진행하고 있으며, 같은 작물에 대해 기후, 물, 빛의 양 등의 영향이 어떻게 다르게 작용하고 어느 것이 초적의 생육점인지 발견하는 것이 월드원에센터의 연구 목표
- 교육 : 전문교육은 크게 4가지로 구성되어 있으며, 농업에 관심이 있는 학생들이 과정을 선택하여 수준별, 학습과정에 따라 진행하고 있으며, 농작물의 생산뿐만 아니라 농자의 경영, 농기계공학, 가공, 유통기술, 콜드체인, 그린푸드 등 다양한 분야의 전문가로 양성 또한, Inholland University of Applied Sciences에서 지원하는 2년 단기 원예학의 학위 과정과도 연계

- 교육과정으로 농업경영전반의 분야, 농식품, 생명과학 등이 있으며
원예경영 및 농업비지니스를 함양
- 주요 재배작물 : 토마토, 파프리카, 가지, 화훼 등



<월드 원예센터 외부>



<월드 원예센터 내부>



<내부 실습실>

□ 토마토월드(Honselesdijk 위치)

○ 개요

네덜란드는 세계적인 농업선진국이다. 19세기 말부터 근대화를 추진하면서 농업은 네덜란드의 대표적인 산업으로 자리잡았다. 현재 세계 2위의 농업 수출국이자 네덜란드 전체 수출액 중 20% 가량을 농산물이 차지할 정도다. 하지만 네덜란드는 농업에 적합한 나라는 아니다. 기온은 연중 온난한 편이지만, 바람이 많이 불고 땅은 소금을 가득 품어 척박하다. 국토 면적도 좁다. 농업 환경이 열악한 우리나라가 네덜란드를 롤모델로 삼는 이유가 여기에 있다. 로테르담과 헤이그가 위치한 네덜란드 서부지역을 '웨스트랜드(westland)'에 6천여 동의 유리온실이 모여 있어 '글라스시티'라고도 부른다. 해안가라 온도차가 적고 일조량이 풍부해서 시설농업에 최적의 환경을 자랑한다. 온실 상당수가 6ha(약 18,000평) 이상이다.

○ 주요 현황

- 토마토월드의 토마토는 “Tommies”라는 브랜드로 판매
- 연간 생산량 일반토마토 70kg/m²(미니토마토는 35kg/m²)
- 농약을 사용하지 않고 천적을 이용하여 해충 박멸, 수정은 벌을 활용
- 기후·인구변화, 이산화탄소 저감, 토마토 종자개발과 재배법
- 스페인 울린 네덜란드의 선택

◇ 틀립만큼 많은 토마토

네덜란드 내에 총 3곳의 토마토월드가 있는데, 총 규모가 50ha(약 15만 평)에 달한다. 일반토마토와 방울토마토 정도로 구분하는 한국과 달리 이곳은 모양과 색, 맛이 다른 80여 종의 토마토를 재배한다. 연간 생산량이 일반토마토 기준 70kg/m²(미니토마토는 35kg/m²) 정도다.

유럽인들은 네덜란드의 토마토를 ‘인간의 작품’이라고 부른다. 초기 네덜란드의 토마토는 당도가 낮고 물이 많아 인기가 없었다. 전통적으로 유럽의 토마토 주산지는 스페인이었다. 스페인인들은 네덜란드에서 토마토를 키운다고 했을 때 비웃었다. 그러나 흐린 날씨, 부족한 일조량, 낮은 온도, 소금을 머금은 토지 등 토마토 재배에 최악인 조건을 극복하고 토마토 최대 생산국으로 우뚝 섰다. 비결은 스마트팜이다. 첨단 스마트팜 기술로 토마토 재배에 최적화된 환경을 만들면서 생산량이 점차 증가했다. 생산이 안정되면서 시장이 커졌고 수요가 많아졌다. 더 맛있고 병충해에도 강한 토마토 품종을 계속 개발하면서 지금처럼 수십 종의 토마토를 보유하게 됐고 유럽 전역으로 수출한다.



<토마토 월드 외부>



<토마토 월드 내부>

체험결과 및 시사점

- 화석에너지의 소비 증가 및 인구 증가 등으로 인해 지구 온난화가 급격히 진행되어 환경문제가 발생하고 있으며, 이를 해결한 대안으로 친환경 에너지산업의 도입 및 확대 필요
- 독일 프라이부르크는 환경문제의 심각성을 사전에 인지하여 태양광에너지를 활용하여 에너지 자족도시를 구축하였음. 그 중 보봉마을은 자치연합을 만들어 주민들의 의견을 수렴하여 의사결정 및 시의 정책에 반영되도록 하였음
- 네덜란드 스마트팜 산업은 대규모 첨단시설 및 조합 설립 등으로 농가의 경쟁력 확보를 할 수 있고, 연구기관과 교육기관을 함께 운영하여 우수한 기술력 전파가 가능하고 생산과 판매시설을 분리하여 수익창출을 할 수 있었음
- 하지만 우리나라는 태양광 및 친환경에너지에 대한 조례강화 등으로 인허가가 쉽지 않고, 대규모 스마트팜 시설구축에 대한 지원이 부족한 실정임. 추후 규제가 완화되면 민·관·산·학연계로 대규모 친환경 스마트팜 단지 조성을 검토할 필요성은 있음.

출처

- 신재생 에너지로 그리는 더 나은 미래, 50년을 앞서간 친환경 도시 독일 프라이부르크!
- 신재생에너지 - 독일 보봉마을
- [친환경 도시이야기] 독일 보봉마을(Vauban)