

## 시설농업을 위한 열병합 발전 설비

홍 성 구

(bb9@hknu.ac.kr)

한경대학교 농생대 시스템공학부 교수

### Q : 열병합 발전 (Cogeneration)이란?

A : 열병합 설비는 하나의 에너지원으로부터 전력과 열을 동시에 발생시키는 통합 에너지 설비로서 발전과정에서 수반하여 발생하는 배열을 회수하여 이용하는 것이다. 열병합 발전 시스템은 에너지 수요처에 필요한 열과 전기에너지를 보일러와 한전 수전에 의존하지 않고 자체 발전시설을 이용하여 공급하는 것이다. 일차적으로 전력을 생산하고, 배출되는 열을 회수하여 이용하므로 기존의 발전 방식보다 30-40%의 높은 에너지 효율을 가진다. 석탄이나 석유 등을 이용하는 것을 기준으로 기존의 발전과 열이 독립적으로 공급되는 경우보다 동일한 수준의 전기와 열을 생산하는데 1차 에너지 소비량은 약 33% 정도 절감된다.

### Q : 열병합은 항상 고효율인가?

A : 열병합 발전의 효율은 배열을 얼마나 이용

하는가에 따라 결정된다. 발전설비에서 배출되는 폐열의 활용이 전혀 이루어지지 않는다면 열병합 설비의 전체 효율은 발전을 위한 단속 설비의 효율에 지나지 않기 때문이다. 따라서 열병합 발전 시스템에서는 발전설비에서 발생하는 배열의 활용도를 극대화하는 것이 중요하다. 배열의 이용은 단순히 난방이나 급탕에 국한되지 않고 냉난방 모두에 적용할 수 있다. 흡수식 히트펌프를 도입하는 것이 그 예이다. 이러한 시스템을 종종 Co-generation에 대비하여 Tri-generation이라고도 한다. 대규모의 열병합 설비는 냉난방을 위한 방식으로 흔히 채택된다.

### Q : 시설농업에서의 열병합 발전 설비의 적용 사례

A : 이미 많이 알려진 네덜란드의 대규모 온실에 적용된 사례를 들 수 있다. 네덜란드에서는 1987년부터 열병합 발전설비를 가동하여 전기와 열을 자급하고 있다. 1993년부터는 탄산가스 시비가 가능한

열병합 발전 시스템으로 발전되어 그 보급률은 급속도로 높아지고 있다. 2007년 현재 보급 가능한 유리온실에 대한 열병합 발전 시스템의 보급률은 79% 수준에 이르렀다. 열병합 발전에 연료로 이용되는 천연가스에 대해 네덜란드 정부는 에너지 관련 세금을 면제하고 전력 시장을 개방하여 보급을 촉진하였다. 2007년 현재 유리온실 ha당 열병합 시설의 용량은 500kWe급이며, 전체 온실용 열병합 시설의 발전용량은 2.75GWe 수준으로서 지속적으로 증가하고 있는 추세이다.

특히 엔진발전기의 배기가스 중에 포함된 CO<sub>2</sub>를 온실에 공급하는 탄산가스 시비는 열병합 발전 시스템을 보다 효율적인 설비로 만들었다. 이산화탄소의 농도가 대기 중의 농도에 비해 다소 높게 1,000ppm 수준으로 공급하면 작물의 생산량은 30% 이상 증가하는 것으로 조사된 바 있다. 이를 위해서는 엔진발전기의 배가스 중에 포함되어 있는 유해가스를 제거하여야 한다. 배가스 중 주요 유해가스는 질소산화물(NOx)과 일산화탄소(CO)이다. 일산화탄소는 자동차 배기계통에서 흔히 쓰는 촉매(Catalytic converter)를 이용해서 산화시켜 제거가 가능하다. 질소산화물 또한 각종 환원법을 통해 제거

할 수 있다. 그 중 하나가 요소(urea)를 이용하는 것이다. 요소수(尿素水)를 촉매장치에 앞서서 배기가스와 접촉시키면 암모니아가 발생하게 된다. 암모니아가 존재하는 상태에서 선택적 환원촉매제는 질소산화물을 환원하여 산소, 질소, 그리고 물로 전환한다. 이와 같이 배기가스를 안전하게 처리한 후 공기와 일정비로 혼합하여 탄산가스 시비가 가능하다.

**Q : 바이오매스를 활용한 열병합 발전**

**A :** 목질계 바이오매스로서 목편이나 우드 펠릿은 열화학적 공정의 하나로서 가스화공정을 통해 연료용 합성가스로 전환이 가능하다. 합성가스는 열량이 낮지만 내연기관에 적용이 가능하다. 즉, 바이오매스 가스화 설비와 열병합 발전시스템은 통합하여 운영이 가능하다. 네덜란드와 같이 천연가스를 활용치 않고 바이오매스를 활용하는 경우 온실가스 감축효과는 크게 상승하게 된다. 국내에서도 바이오매스를 연료로 이용하는 탄산가스 시비가 가능한 열병합 발전시스템이 도입되면 시설농업 분야의 경쟁력이 강화될 것으로 생각된다.