

# 무창돈사 내 유해가스를 활용한 신재생 에너지 전환 시스템 연구

김승재, 이명훈\*

\*국립순천대학교

ksj1216@scnu.ac.kr, \*leemh777@scnu.ac.kr

## Research on a renewable energy conversion system utilizing hazardous gases in windowless swing housing

Kim Seung Jae, Lee Meong Hun\*

\*Sunchon National Univ.

### 요약

본 연구는 무창돈사에서 발생하는 유해가스를 신재생 에너지로 전환하여 농가의 냉난방 시스템에 적용하는 기술을 제시하고, 그 효과를 분석하였다. 실험은 신재생 에너지를 도입한 A동과 기존 시스템을 유지한 B동을 대상으로 진행되었으며, 한 달 동안의 전력 사용량 및 냉난방 비용을 비교하였다. A동은 하루 평균 175.78 kWh의 전력을 사용한 반면, B동은 228.87 kWh의 전력을 사용하여 A동이 약 23% 더 효율적인 에너지 절감을 보였다. 비용 측면에서도 A동은 냉난방비를 크게 절감할 수 있었다. 본 연구는 신재생 에너지 시스템의 실용성과 경제적 이점을 실험을 통해 검증하였으며, 향후 더 많은 농가에서 활용함으로써 냉난방기를 포함한 축산농가 사양관리 장비에 적용할 수 있도록 연구를 확장할 계획이다.

### I. 서론

축산업은 인류의 식량 공급에 중요한 역할을 하고 있지만, 돼지 사육 과정에서 발생하는 분뇨는 그 양이 방대하고, 메탄가스(CH<sub>4</sub>), 암모니아(NH<sub>3</sub>), 황화수소(H<sub>2</sub>S) 등의 유해가스를 방출하며, 이는 대기 중에 방출될 경우 지구 온난화와 인간의 건강에 부정적인 영향을 미치게 된다[1]. 추가적으로 국제 에너지 폭등으로 인한 축산농가의 냉난방 에너지 사용 요구가 폭등함에 따라 축산농가 입장에서는 큰 타격을 입고 있다[2]. 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 축산 분뇨 처리 과정에서 발생하는 유해가스를 효율적으로 포집하고, 이를 신재생 에너지로 전환하는 기술을 연구하는 과정을 정리하였다. 먼저, 무창돈사 분뇨 처리 과정에서 발생하는 유해가스를 포집하고 이를 신재생 에너지로 전환 하는 방안을 제시한다. 다음으로 변환된 에너지는 무창돈사 내부에 설치된 냉난방 시스템에 공급되며, 에너지 효율을 극대화 할 수 있도록 재생에너지 공급 알고리즘을 적용하여 최적화하는 과정을 제시한다. 마지막으로 본 연구의 검증에 위해 실제 축산 농가에서 실험을 통해 유해가스 포집률과 에너지 절감률이 상승되었는지 확인하고 기대효과로 마무리하고자 한다.

### II. 유해가스 활용 신재생 에너지 전환 시스템 구성도 및 동작과정

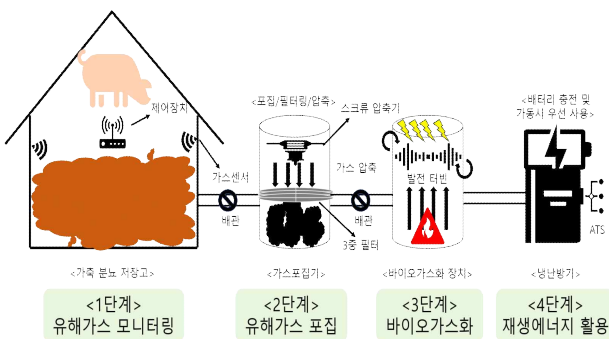


그림 1 유해가스 활용 신재생 에너지 전환 시스템 구성도 및 동작과정  
Fig. 1. Hazardous Gas Utilization Renewable Energy Conversion System Diagram and Operation Process

본 연구에서 제안하는 시스템은 그림 1과 같이 분뇨 저장소에서 발생한 메탄가스 등 유해가스를 모니터링 하기 위해 상단에 설치된 가스센서와 일정 농도가 감지되면 가스배관을 통해 이동시키는 제어장치로 구성된다. 또한 가스배관으로 이동된 유해 가스의 포집/필터링/압축을 위한 가스포집기, 포집된 가스를 가열하여 신재생에너지로 전환시키는 바이오가스화 장치, 그리고 축사내 냉난방기에 에너지를 전달할 충전선과 배터리, 자동전력 전환 스위치(ATS)[3]로 구성된다. 이어서 그림 1과 같이 무창돈사에서의 유해가스를 활용한 신재생에너지 전환 과정은 4단계로 정리된다. 첫 번째 단계는 유해가스 포집으로, 분뇨를 처리 하는 과정에서 발생한 유해가스[4]가 일정 농도에 도달하면 제어기를 통해 밸브가 동작하여 배관을 통해 유해가스가 전달된다. 두 번째 단계는 배관을 통해 전달된 유해가스의 포집/필터링/압축 과정으로, 가스포집기를 통해 유해 가스를 포집하고, 3중필터를 통해 불순물을 제거한다. 이후 내부에 설치된 스크류 압축기를 통해 압축된다. 이 과정은 가스의 부피를 줄이고 불순물을 제거함으로써 안정적인 저장을 보장하기 위해 필수적이다. 세 번째 단계는 신재생 에너지 전환을 위한 바이오가스화로, 2단계를 마친 유해가스는 연결된 배관을 통해 바이오가스화 장치로 이동하여 연소 과정을 거친다. 이후 연소된 가스로 인해 바이오가스화 장치 내부에 탑재된 발전용 터빈을 회전시키며, 전력이 생성된다. 마지막 네 번째 단계는 전력 공급으로, 생성된 전력은 충전선을 통해 돈사 내 냉난방 시스템의 배터리를 충전시키며, ATS를 통해 가동 시 우선적으로 사용하게 된다. 이후 냉난방기에 탑재된 배터리를 모두 사용하였을 경우 ATS를 통해 다시 상용 전원을 사용하게 된다.

### III. 신재생 에너지 효율 검증을 위한 실험

본 논문에서 제안한 시스템 검증을 위해 전남 순천시에 위치한 축산 농장을 선정하여 신재생 에너지 시스템을 도입한 A동(자돈사)과 도입하지 않은 B동(자돈사)의 한달 전력 사용량을 비교하였다. 우선 전기요금에 가장 많이 나오는 여름철인 7월부터 8월까지의 기간을 기준으로 하였으며, 축산 농가 계절별 차등요금제 기준 전기요금 약 57원을 기준[5]으로 금액을 책정하였다. A동에서는 신재생 에너지를 활용한 냉난방 시스템이 적용되었고, B동에서는

기존의 전기 냉난방 시스템이 사용되었다. 또한 한 달 동안 각각의 돈사에서 전력계 측정 장치를 통해 매일 전력 사용량을 기록하였다.

표 1. 실험 농장 전력사용량 비교

Table 1. Compare experimental farm power usage

항목	A동 (신재생 에너지 도입)	B동 (기존 시스템 유지)
하루 평균 전력 사용량 (kWh)	175.78 kWh	228.87 kWh
월간 전력 사용량 (kWh)	5,273.4 kWh	6,866.1 kWh
kWh 당 비용	57원	
월간 냉난방 비용(원)	300,584원	391362원

실험 결과는 표 1과 같이 A동은 하루 평균 175.78 kWh를 사용하였고, B동은 228.87 kWh를 사용하였다. 이를 바탕으로 월간 전력 사용량 및 냉난방 비용을 계산하였다.

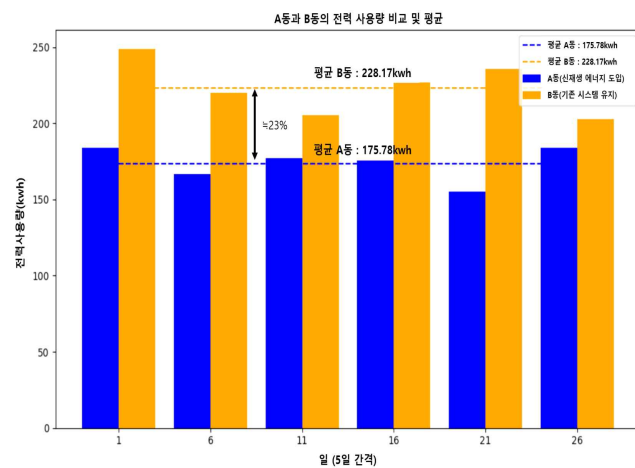


그림 2 A동과 B동의 전력사용량 비교 및 평균

Fig. 2. Compare and average power usage between Building A and Building B

이 비교 결과에서, 그림 2와 같이 A동은 B동에 비해 약 23% 적은 전력을 사용하였으며, 이를 통해 총 90,778원의 냉난방 비용 절감 효과를 보였다.

### III. 결론

본 연구는 무창돈사에서 발생하는 유해가스를 포집하여 신재생 에너지로 전환하고, 이를 돈사 내 냉난방 시스템에 적용하는 방안을 제시하였다. 실험을 통해 신재생 에너지를 도입한 A동과 기존 시스템을 유지한 B동 간의 전력 사용량과 냉난방 비용을 비교하였다. 그 결과, A동은 B동에 비해 전력 사용량을 약 23% 줄였으며, 냉난방 비용도 크게 절감된 것을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 축산업에서 발생하는 유해가스를 에너지로 재활용함으로써 농가의 에너지 소비를 줄이고, 비용 효율성을 극대화할 수 있음을 시사한다.

또한 악취 문제에 시달리는 축산농가에게 악취의 근본인 유해가스를 재활용하는 연구를 수행함으로써 악취가스의 활용방안을 모색하고, 나아가 악취저감을 극대화하기 위한 연구로 확장할 수 있는 가능성을 도출하였다. 본 연구는 신재생 에너지 시스템의 실용성과 경제적 이점을 실험을 통해 검증하였으며, 향후 더 많은 농가에서 활용함으로써 냉난방기를 포함한 축산농가 사양관리 장비에 적용할 수 있도록 연구를 확장할 계획이다.

### ACKNOWLEDGMENT

“본 결과물은 농림축산식품부 및 과학기술정보통신부, 농촌진흥청의 재원으로 농림식품기술기획평가원과 재단법인 스마트팜연구개발사업단의 스마트팜 다부처패키지혁신기술개발사업의 지원을 받아 연구되었음(RS-2024-00406426)”

### 참 고 문 헌

[1] 김인성, “온실가스·악취 주범 ‘축산...’환경친화적 전환 시급“, 환경일보, 2023  
DOI : <https://www.hkbs.co.kr/news/articleView.html?idxno=709929>

[2] 조상민, “시설축산농가의 에너지원 전환에 관한 연구“, KEEI 국제원유 시황과 유가 전망, 11-03, 2011  
DOI : [https://www.keei.re.kr/board.es?mid=a10102030000&bid=0001&tag=&act=view&dist\\_no=81464&cg\\_code=](https://www.keei.re.kr/board.es?mid=a10102030000&bid=0001&tag=&act=view&dist_no=81464&cg_code=)

[3] N. Kurniawan, “Electrical Energy Monitoring System and Automatic Transfer Switch (ATS) Controller with the Internet of Things for Solar Power Plants”, Journal of Soft Computing Exploration, Vol. 1, No.1, pp. 1-1000, 2020  
DOI : <https://shmpublisher.com/index.php/joscecx/article/view/2>

[4] 김희태, 정호준, 문병은, 이충섭, 유영선, “가축분뇨 바이오가스에서 분리한 CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>가스 분석”, 농업생명과학연구, Vol. 49, No.6 pp. 303-310, 2015  
DOI : <https://www.dbpia.co.kr/Journal/articleDetail?nodeId=NODE11373385>

[5] 이일호, “울 여름 유난히 덥고, 습하다는데”...양돈장 ‘전기료 폭탄’ 어찌나”, 축산신문, 2024  
DOI : <http://www.chuksannews.co.kr/news/article.html?no=260831>