

## PA25) 청정합성연료 생산을 위해 유전체 배리어 방전(DBD)을 이용한 타르 저감특성 기초연구

### A Fundamental Study on Tar Reduction by using a Dielectric Barrier Discharge for Synfuel Production

노인규 · 서동균<sup>1)</sup> · 박재홍<sup>1)</sup> · 박철우<sup>1)</sup> · 황정호<sup>1)</sup>

연세대학교 수소연료전지학과, <sup>1)</sup>연세대학교 기계공학과

#### 1. 서 론

합성연료(synfuel)의 한 종류인 합성가스(syngas)를 생산하는 방법에는 여러 가지가 있지만 대표적인 방법으로는 열화학적 변환을 통한 열분해, 가스화 기술이 있다. 그런데 이 합성가스에는 타르가 포함되어 있다. 타르란 벤젠보다 분자량이 큰 유기성 오염물질(organic contaminants)이라고 일부 연구자들 사이에서 일반적으로 정의되고 있지만, 아직까지 표준화된 정의는 없다.

합성가스를 가스엔진이나 가스터빈 발전의 연료로 사용하여 전력생산을 하기 위해서는 합성가스에 포함된 타르의 제거가 매우 중요하다. 타르가 제거되지 않으면 가스엔진의 연료공급 라인 등에 들러붙어 유동을 저해하거나 엔진의 피스톤에 들러붙어 엔진 수명을 단축시킬 수 있다. 특히, 액상타입의 타르가 가스엔진에 들어갈 경우에 엔진에 심각한 문제가 야기될 수 있다. 따라서 본 연구는 목질계 Biomass의 열분해를 통해 발생된 타르 중 액상타입의 타르를 저감대상으로 하였다.

그리고 유전체 배리어 방전이란 일정 간격 떨어져있는 유전체 배리어로 둘러싸인 두 전극에 교류, 또는 펄스(pulse)형 직류 전원을 인가하여 두 전극 사이에서 전하가 축적(build-up)되는 현상을 이용한다. 원리는 먼저, 각각의 전극에 고전압을 인가하면 전하 축적 현상이 일어나며 개시전압(onset voltage)이후 각각의 전극사이에서 수  $\mu\text{m}$ 의 지름을 갖는 마이크로 방전(micro discharge)이 한 쌍의 전극면 전체에 균일하게 발생한다. 이 때 방전면 사이는 마이크로 방전에 의해 발생하는 고농도의 전자들로 이루어진 플라즈마(plasma)상태가 된다.

#### 2. 연구 방법

연구의 신뢰성을 높은 결과를 내기 위해서는 액상타입의 타르를 biomass 열분해로 얻게 되는데, 이를 위해서 대량의 biomass가 필요하다. 따라서 실험의 편의성을 위해 이 타르에 포함되어 있는 물질인 톨루엔(Toluene)과 실제 타르와 흡사한 점도를 가진 고점도의 산업용 기어오일(슈퍼기어 EP, SK)을 2:1의 비율로 혼합하여 타르 모사물질을 만들었다. 그리고 이 모사한 물질을 Atomizer를 이용하여 입자로 만들어 연속적으로 DBD에 통과시키게 하였다. 이를 그림 1에 나타내었다.

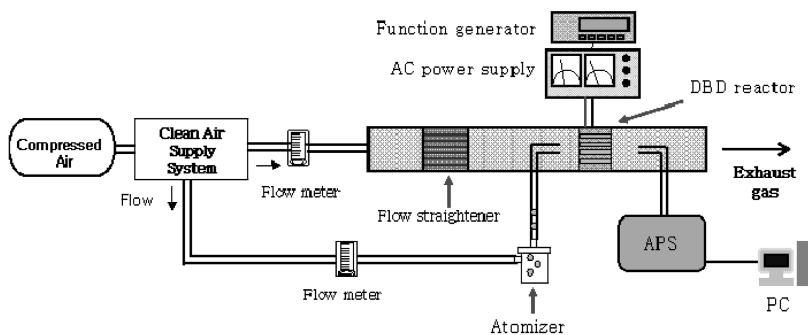


Fig. 1. Schematic of the experimental setup.

먼저, Compressed Air에서 나온 air의 이물질질을 제거하기 위해 Clean Air Supply System을 거친다. 그리고 carrier gas용인 air의 유량을 2.5L/min로 설정하고, Atomizer에도 동일하게 2.5L/min의 유량을 설정하여 입자를 발생시켰다. DBD에 전압은 4~6kV, 파형은 가장 안정적인 사각파를, 주파수는 60~500Hz로 설정하여 적절히 변화시키면서 인가하였다. 타르 모사물질은 Atomizer를 통해 DBD 전단에 뿌려준 후, DBD 후단에서 Aerodynamic Particle Sizer(APS 3321, TSD)로 입자의 개수농도(Number Concentration)를 측정해 그 변화를 측정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

그림 2에는 타르 모사물질을 Atomizer를 이용하여 뿌려주었을 때, Frequency와 Voltage, Flow rate의 변화에 따른 결과를 나타내었다. Frequency와 Voltage에 따른 변화는 Flow rate을 5L/min으로 고정시켜 얻은 실험 결과이고, Flow rate에 따른 변화는 Atomizer의 유량을 2.5L/min으로 고정시키고 carrier gas의 유량을 변화시키면서 얻은 실험 결과이다.

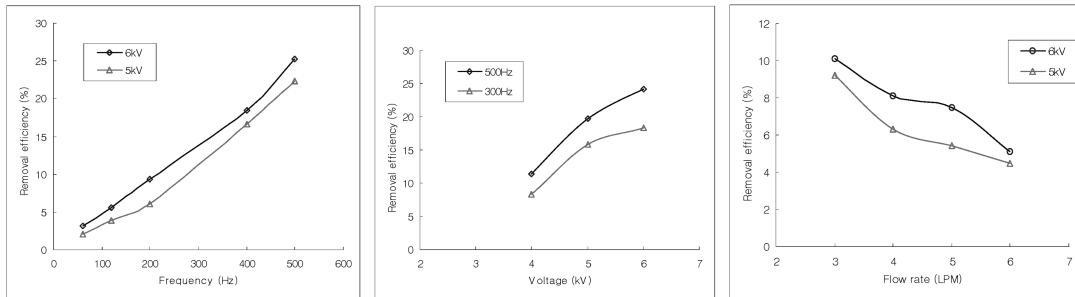


Fig. 2. Effect of Frequency, Voltage, Flow rate.

그림 2를 보면 알 수 있듯이 Frequency나 Voltage가 증가할수록 타르 모사물질의 저감 효율이 높아지는 것을 볼 수 있다. 이는 Frequency와 Voltage가 증가할수록 유진체에서 더 많은 전자들이 나와서 타르 모사물질과 반응하는 것으로 해석할 수 있다. 하지만 Flow rate의 경우, Flow rate이 증가할수록 타르 모사물질의 저감 효율이 감소하는 것을 볼 수 있다. 이는 타르 모사물질이 plasma상태의 DBD reactor를 통과할 때, Flow rate이 증가할수록 전자들과 반응할 시간이 줄어들어 저감 효율이 감소하는 것으로 해석할 수 있다.

### 참고 문헌

- Bhave, A., D. Vyas, and J. Patel (2008) A wet packed bed scrubber-based producer gas cooling-cleaning system. *Renewable Energy*, 33, 1716-1720.
- Maniatis, K. and A.A.C.M. Beenackers (2000) Tar Protocols. IEA Bioenergy Gasification Task. *Biomass Bioenergy*, 18(1), 1-4.
- Markus, I., G. Javier, and U. Christoph (2000) Gasification of biomass in circulating fluidized bed with special respect to tar reduction. 1st World conference and exhibition on biomass for energy and industry, 5-9.
- Morf, P., P. Hasler, and T. Nussbaumer (2002) Mechanisms and kinetics of homogeneous secondary reactions of tar from continuous pyrolysis of wood chips. *Fuel*, 81, 843-853.
- Mohammad, A., M. Tomohisa, I. Shin-ichi, K. Kimio, Y. Muneyoshi, and T. Keiichi (2003) Catalyst development for the gasification of biomass in the dual-bed gasifier. *Applied Catalysis A: General*, 255, 169-180.