

C1 화학의 고부가가치화 이용에 대한 연구

이철진, 박제훈, 한중훈*

서울대학교, 화학생물공학부, 지능공정시스템 연구실

Corresponding author*: chhan@snu.ac.kr

A Study on Augmenting Economic Value for C1 Chemistry

Chul Jin Lee, Jehun, Park, Chonghun Han*

School of Chemical Engineering, Institute of Chemical Processes, Seoul National University

1. 서론

지속적으로 상승하고 있는 석유의 가격은 앞으로도 떨어지지 않으리라는 예상이 지배적이며, 절대적인 경쟁력을 가진 대체 에너지가 근시일내에 개발될 것으로 보이지는 않는다. 따라서 앞으로도 천연가스 및 기타 C1 Chemistry 물질들의 이용량은 앞으로도 증가할 것으로 보인다. US EIA(Energy Informaion Administration)의 조사에 따르면 천연가스의 소비량은 2020년까지 석탄이나 원자력, 타 대체원료들에 비해 가장 빠른 속도로 증가한다고 한다. 특히 현재 저렴한 노동력을 바탕으로 한 중국과 석유자원을 이용한 중동의 저가 제품에 의해 많은 산업들이 경쟁력 확보가 힘든 시점이므로 보다 저렴하고 효율적으로 제한된 원료를 이용할 수 있는 방법에 대해 평가를 내릴 수 있는 연구가 지속적으로 필요하다. 또한, 앞으로도 유가가 지속적으로 상승할 것으로 예상되는 현 시점에서 상대적으로 생산성이 높고 다양한 물질의 개발 가능성이 보이는 C1 Chemistry의 이용은 에너지에 소모되는 비용을 크게 감소시킬 것으로 보인다.

이 논문에서는 C1 Chemistry(주로 천연가스)의 산업적인 가치에 대해 알아보고, 현재까지 C1 Chemistry를 이용하기 위하여 개발된 공정 기술에 대하여 평가해보겠다. 이와 함께 현재 기술 상태의 취약성을 진단해보고, C1 Chemistry의 효율적인 이용을 위하여 앞으로 나아가야할 방향에 대해 제시하도록 한다..

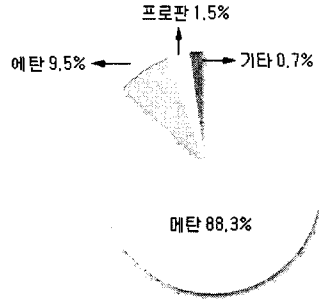
2. 연구수행내용

1) C1 Chemistry의 정의

C1 Chemistry란 CO, CH₄ 등 분자내에 하나의 탄소만을 가진 탄소수 1개의 화합물을 이용하여 다양한 물질을 생산하는 기술과 이를 지원하는 화학의 총칭이

다. C1 Chemistry의 주원료가 되는 1탄소 화합물로는 합성가스(CO/H₂), 메탄, 천연가스(Natural Gas), 석탄, Biomass, 유기 폐물질 등이 있다.

천연가스는 해저, 유전지대 등의 지하에서 채취하는 저 탄화수소의 혼합물로 메탄이 주성분인 가연성 가스를 총칭한다.

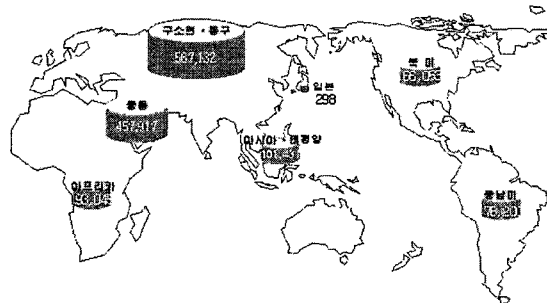


[그림1] 천연가스의 조성.

천연가스는 석탄에 비해 효율이 높고 오염물질의 배출이 적어 다양한 용도로 활용할 수 있다. 사용형태에 따라 압축천연가스(CNG), 액화천연가스(LNG), 흡착천연가스(ANG)로 구분된다. 현재 많은 국가에서 도시가스로 천연가스를 이용하고 있으며 기타 열병합시스템, 연료전지, 흡수식 가스냉난방기, 천연가스차량, 마이크로 터빈 등 여러 가지 기술이 연구 개발되고 있는 실정이다.

또한 천연가스 자동차는 매연발생이 거의 없고 반응성 탄화수소 및 일산화탄소의 배출량도 매우 적다. 또한 연료로 쓰이는 천연가스가 황 성분을 포함하고 있지 않으므로 산화황류가 발생되지 않아 기존 연료에 비해 청정한 연료이다. 국내에서도 이미 대중교통(버스 등)을 중심으로 등 천연가스를 이용한 자동차가 운행되고 있으며 앞으로 그 보급률은 더욱 높아질 계획이다.

대표적인 C1 Chemistry 원료인 천연가스는 석유와는 달리 매장지역이 중동지역에 편중되어 있지 않고 세계 각지에 분포하며 매장량도 상대적으로 풍부하여 장기적인 공급이 가능한 석유대체 에너지이다.



[그림2] 천연가스의 세계 분포(자료출처 : Oil and Gas Journal)

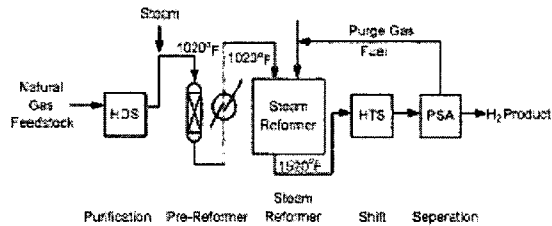
2) C1 Chemistry의 산업적 이용 기술

(1) DME 생산 공정

DME 생산공정은 현재 한국, 일본, 미국을 중심으로 활발히 연구가 진행되고 있다. 한국가스공사에서는 2000년부터 천연가스와 이산화탄소를 이용하여 DME를 생산하는 공정을 개발하였고 현재 pilot plant를 가동하고 있다. 일본 동양 엔지니어링에서는 중국에 11만톤 규모의 DME 공장을 이미 완공해 생산하고 있으며, 일본의 도쿄전력과 미쯔비화학, JFE홀딩스는 공동으로 DME 이용기술을 연구하고 있다. 미국에서는 석유회사 아모코사와 운송기계 회사 네비스타가 주관 기관으로 '디젤 엔진용 DME 대체연료 개발'을 목표로 Haldor Topsoe사 (화학회사)와 AVL List GmbH사 (오스트리아의 디젤엔진회사)가 공동으로 추진하고 있다.

(2) 수소 생산 공정

Natural Gas를 이용한 수소 생산의 대표적인 연구로는 수소 Station 구축 사업이 있다. 미국 Chevron Texaco(Chino, CA) 사는 수소 Station을 구성하기 위해 Natural Gas를 Reforming 하여 수소를 공급하고 있다. 국내에서도 KIER, SK, KOGAS 등이 NG Reformer를 이용한 NG 수소 Station system을 구축중이다. SK에서는 RWGS를 이용한 수소 생산기술을 이미 개발하고 pilot plant를 건립하고 있다. 또한 수소를 청정연료로 사용하고자 하는 시도에 따라 수소를 얻는 각종 Reforming 공정 역시 활발해지고 있다. 현재 천연가스를 이용한 수소제조법은 크게 촉매분해, 촉매부분산화, 이산화탄소 개질공정(Carbon Dioxide Reforming:CDR), 수증기 촉매 개질 공정(Steam Methane Reforming:SMR), 부분산화공정(POX), 열분해공정(Thermal Decomposition of Methane:TDM) 등이 있으며 수증기 촉매개질 공정이 현재 가장 널리 상업화된 공정이다.



[그림3] 수증기 촉매 개질 공정 개략도

(3) 메탄올 생산 공정

상용화된 메탄올 합성 공정은 천연가스를 개질하여 합성가스로 전환시키고, 이 합성가스를 영국의 ICI社나 Lugri社의 저압 메탄올 제조공정으로 메탄올을 전환시킨 후, 전환된 메탄올을 용도에 따라 정제하는 3단계 공정, 즉, 간접 합성법이 주류를 이루고 있다. 미국의 Brookhaven 국립연구소에서 균질촉매를 사용한 저압 공정을 개발하고 있다. 이 외에도 Haldor Topsoe社나 Pittsburgh Univ.에서 새로운 메탄올 합성 공정을 개발하고 있다.

3) 현재까지 개발된 기술의 취약성

기존 기술은 석유를 중심으로 연구가 진행 중인 시기부터 개발되어 상용화된 기술들이 많다. 따라서 현재 변화하는 세계시장에 따라 기술의 경제성과 타당성이 변화할 가능성이 크다. 예를 들어, 1997년 12월 일본 교토에서 대기오염 방지를 위한 온실가스 배출량 규제에 관한 교토 의정서를 발의하여 앞으로는 이산화탄소 발생량에 대한 탄소세가 부과될 예정이다. 이러한 환경에 대한 기준이 신설됨에 따라 이에 따른 공정별 비용과 수익도 자연스럽게 변화하게 되었으며, 때문에 기존에는 경제성이 없어서 사장되었던 공정과 기술들도 앞으로의 환경에서 보다 나은 경제성을 가질 수 있을 지 재검토가 필요한 시점이다.

3. 결론

C1 Chemistry를 이용하는 공정기술은 그 범위가 대단히 포괄적이므로, 한정된 지면에 전체적으로 체계화된 내용을 포함하기에는 현실적으로 어려움이 있다. 따라서 본 고에서는 현재까지 상업적으로 연구개발된 C1 Chemistry(주로 천연가스)를 이용하여 연료 및 원료를 생산하는 방법들을 파악하고 그 활용방안에 대해 알아보았다. 앞으로 진행될 내용으로는 천연가스를 이용하여 연료 및 원료를 생산하는 공정에 대한 경제성 평가를 수행하여 현 시장 상황에서 최적화된 활용방안을 모색할 필요가 있다. 이와 함께 급변하는 시장상황에 따른 천연가스의 활용방안을 전망하기 위하여 경제성에 큰 영향을 끼치는 중요변수들에 대한 분석도 필요하다. 고유가의 현 상황이 크게 개선되지 않을 것이라고 판단되는 한, 원유의 대체제로써 급부상하고 있는 C1 Chemistry에 대하여 그 경제적 이용가치를 평가함과 동시에 산업적으로 고부가가치화를 이루는 방법에 대해 고찰해보는 것은 큰 의미를 지닐 것으로 생각된다.

4. 참고문헌

1. 이재성, "C1화학 기술의 현황과 전망", Chemical Industry and Technology, 9(4), 285-297, (1991)
2. N. Elbashir, C. Roberts, An overview to 'Advances in C1 chemistry in the year 2002', Feul Process. Technol. 83(2003) 2-9
3. M. Pardhasaradhi, K. V. Raghavan, C1 chemistry and engineering-accomplishment and prospects, 12(9), 24-32