

폐수/폐기물-P5 열분해를 통한 페타이어의 재활용에 대한 기초연구

이병규*

울산대학교 지구환경공학부

1. 서론

자동차, 버스, 트럭 등과 같은 이동 수단에는 항상 타이어를 장착한 바퀴가 필요 불가결한 물품이지만, 이러한 타이어도 적절한 시간의 경과 후에는 폐기물이 되고 있다. 지금까지는 이러한 페타이어 폐기물은 주로 군부대의 병크 구축이나 도로포장재료로서의 재활용을 제외하고서는 거의 야적되거나 단순 매립 되어왔다. 우리나라와 같이 인구밀도는 높지만 이용가능한 국토면적이 협소한 나라에서는 폐기물의 매립처리는 이용 가능한 매립공간의 부족과 NIMBY (Not-in-my-back yard) 현상 및 고가의 매립장 건설 비용 때문에 매립처리에 어려움이 많다. 또한 우리나라는 석유와 같은 화석 연료자원이 부족하여 거의 전량 수입에 의존하고 있다. 이러한 관점에서 페타이어와 같은 폐기물을 재활용하게 되면 자연자원을 보호하고 매립장 공간의 절약할 수 있는 등 여러 가지의 이점이 많다. 이러한 관점에서 본 연구는 페타이어의 열분해를 통한 폐기물을 재활용하는 방법에 대한 기초연구의 수행과 재생된 연료류의 환경적 영향에 대한 검토연구를 목표로 하였다.

2. 연구 방법

국내에서 발생되고 있는 페타이어의 발생량을 추적하고 어느 정도 재이용 및 재활용 되고 있는지에 대한 실태분석이 이루어 졌다. 국내 타이어 생산회사와 공동으로 타이어의 재생 및 재활용과 관련된 기술 수준과 현재 재활용에의 어려움도 파악하였다. 또 EU 및 미국, 일본과 같은 선진국에서의 페타이어의 발생현황, 페타이어의 처리방법, 재활용 상황과 제품, 그리고 관련 기술에 대한 분석이 이루어졌다.

페타이어의 열분해에 대한 특성시험을 수행하여 온도 변화에 따른 페타이어의 열중량분석을 실시하였다. 특히, 타이어 제조회사와 합동으로 타이어의 구성성분 분석, 구성성분들의 물리화학적 특성분석, 페타이어의 열분해 과정에서 발생하는 가스의 성분분석, 열분해과정에서 온도변화에 따른 가스, 오일 및 Char의 상대적 조성변화 특성 등을 분석하였다. 또 연료류 제조과정에서 얻어지는 연료류의 성상, 환경적 영향 등이 검토되었다.

3. 결과 및 고찰

3.1 국내의 페타이어의 재생 및 재활용 현황 분석

국내에서 2000년 현재 연간 약 1200만개, 즉 약 1만 1천톤의 페타이어가 발생하고 있다. 이중 숫적인 면에서 전체 페타이어 발생의 약 60%가 승용차 이용과 관련하여 발생되었다. 1998년의 경우 국내에서 페타이어 처리의 가장 주요한 방법은 매립이었으며, 다음

으로 토목공사, 열이용 등이었다. 그러나 미국이나 일본과 같은 선진국에서는 매립보다는 열이용이 가장 중용한 처리 방법이었다. 따라서, 이용가능한 국토면적이 좁고 자연자원이 부족한 우리나라는 열이용이나 자원 재활용과 같은 처리방법을 조속한 개발이 필요하다.

3.2 타이어의 조성분석

타이어를 구성하는 성분의 조성은 타이어의 사용용도에 따라 아주 많이 변화한다. 국내에서 생산되는 승용차용이나 경트럭용 타이어의 고분자성분 (천연고무와 합성고무성분)은 약 45 - 46% 정도였지만, 트럭용 타이어의 경우 고분자 성분의 함량이 약 37 - 42% 정도였다. 고분자 성분은 페타이어의 연료류 제조시 발생하는 오일의 함량이나 가스의 성분에 직접적으로 영향을 미친다. 열분해과정 (Pyrolysis)에서 Char 형태로 주로 얻어지는 카본 블랙의 함량은 약 21 - 25%정도였다.

3.3 페타이어의 열 중량 분석

타이어를 열분해하여 얻을 수 있는 오일, 가스, 그리고 Char의 함량변화에 대한 온도 정보를 얻기 위한 타이어의 열중량분석 실험에서, 약 420℃ 전후에서 1차적인 중량 감소가 일어났고, 530℃ 전후에서 2차적인 큰 중량감소가 일어남을 알 수 있다. 이는 타이어를 구성하는 각종 고분자 성분이나 첨가제 오일 등이 분해하여 1차 중량 감소에서는 주로 Light Oil이 얻어지고, 2차 중량감소에서는 Heavy Oil과 Char가 얻어질 수 있다. 이러한 열분해 특성은 승온속도, 승온 분위기 (산소 포함여부), 타이어를 구성하는 고분자의 화학적 구조, 각종 첨가제나 가공유의 조성과 성분에 따라서 달라질 수 있다.

3.4 온도변화에 따른 열분해 생성물의 조성변화 특성

타이어를 열분해 하게되면 오일과 열분해 가스, 그리고 Char가 얻어졌다. 타이어의 열분해과정에서 온도변화에 따른 생성물 (Gas, Oil, 그리고 Char)의 함량이 달라졌다. 400℃ 이하에서는 주로 Char와 Oil이 열분해 주산물인데 비하여, 온도를 500, 600, 700, 800℃로 높여 감에 따라 Char와 Oil의 상대적 함량은 점차 줄어들고 열분해 가스의 함량이 점점 늘어났다. 이러한 정보는 연료류제조나 황성탄 제조를 위한 열분해 온도를 설정하는데 아주 중요한 정보가 된다. 또 열분해 산물인 Char를 황성화시키면 고부가가치의 황성탄도 얻을 수 있다.

3.5 열분해과정에서 생성되는 오염물의 환경적 특성

열분해과정에서 발생하는 입자상 오염물중에는 소듐 (Sodium)과 철의 성분 농도가 높았다. 또 니켈이나 크롬과 같은 유해성 중금속도 상대적으로 큰 농도로 배출되었다. 휘발성이 상대적으로 낮은 프탈레이트계화합물과 벤젠, 톨루엔, 자일렌 및 에틸벤젠과 같은 휘발성 유기화합물도 다소 높은 농도로 배출되었다. 또 첨가제나 타이어 매트릭스가 분해되어 생성되는 질소산화물과 황산화물도 아주 고농도로 배출되었다. 따라서, 페타이어의 열분해시 적절한 대기오염 방지시설의 설치 운영이 요구된다.