궐련 연소온도 측정 및 에어로졸 연구

오인혁 · 나도영 · 제병권 · 곽대근 · 조시형 · 이문수
KT&G 중앙연구원 담배과학연구소

담배는 다른 기호품과 달리 연소라는 물리 · 화학적 현상을 통해 발생하는 에어로졸 연기를 소비자가 흡입하여 만족감을 얻는 특수한 메카니즘을 가지고 있다. 담배 연소 현상에 대한 구명은 오랜 기간 동안 담배 연구자의 주된 관심사로서 많은 연구 결과가 이루어져 왔으며 최근에는 담배 연기 중의 유해 성분 감소 노력에 따라 연기 품질을 조절하기 위하여 여러 가지 물리 화학적인 방법을 동원한 궐련 연소 현상 제어 기술 개발이 담배 업계를 중심으로 활발히 이루어지고 있다. 따라서 연소 현상의 가장 대표적인 물리성인 온도와 발생된 담배 에어로졸의 입자 직경, 농도 및 전하를 정확히 측정할 수 있는 방법에 대한 연구가 선행되어져야 한다.

궐련 연소 온도를 측정하기 위해서 적외선 검출 방식인 열화상 분석기 (Thermal Video Analyzer, ThermaCAM S65, FLIR)와 열전대 시스템 (Thermocouple System, 한국 National Instruments)을 이용하였다. 온도 측정 대상에 따라 연소부의 표면 고상 온도는 열화상 분석기를 이용하여 측정하였고 내부 기상 온도는 열전대 시스템을 이용하였다. 그리고 열화상 분석기와 열전대 시스템의 측정 효율성과 정확도를 높일 수 있도록 최적화된 안전 거치대를 자체 고안 제작하였다. 담배 연기는 에어로졸의 한 형태로서 그 물리적 특성을 대표하는 입자 직경과 농도는 입자분석기 (Scanning Mobility Particle Sizer, Model 3071A, TSI)를 이용하여 측정할 수 있었다. 그러나 보유하고 있는 입자 분석기의 측정 가능 입자 농도의 상한치가 107개/㎤인데 반하여 일반적인 주류연의 농도는 108~109개/㎤이므로 100배 이상 희석이 필요하여 그 동안 포집백을 이용하였으나 측정 효율성과 정확도를 높이기 위하여 희석 장치를 자체 고안하여 제작 중에 있다.

연소 조건 (Smoking condition)에 따른 궐련 연소부의 표면 고상 온도 변화를 열화상 분석기로 측정하였고 개별 인자로서 흡입 부피 (puff volume)에 따른 연소 온도는 측정 결과 비례하여 증가함을 알 수 있었다. 그리고 열전대 시스템을 이용하여 연소 시 궐련 팁페이퍼 부위의 내부 온도를 측정하였는데 이는 유해성분의 흡탈착 및 촉매 제거 특성 해석에 유용한 자료가 될 수 있다. 에어로졸 측정에 있어서 담배 브랜드별 타르 수준에 따라 입자 직경과 농도는 거의 비례하여 증가함을 알 수 있었다. 그리고 분무식 무연담배의 일종인 Ruyan과 일반 궐련의 에어로졸 특성을 비교 측정하여 보았다. 입자 전하 측정기 (Aerosol Electrometer, Model 3068Λ, TSI)를 이용해서는 ISO smoking, continuous draw의 직접 샘플링 시와 포집백을 이용한 간접 샘플링 시에 표준 담배인 2R4F의 전하 분포를 측정하여 그 특성을 알아보았다.