

흡연자의 쉐련연기 흡입량 평가방법으로서의 쉐련 필터 분석

김효근 · 이장미 · 박철훈 · 황건중

KT&G 중앙연구원 담배연구소

(2009년 6월 9일 접수)

Cigarette Filter Analysis as a Method to Assess Consumer Smoked Cigarette Yields

Hyo-Keun Kim*, Jang-Mi Lee, Chul-Hoon Park, Keon-Joong Hwang

KT&G Central Research Institute, Tobacco Research Institute

Daejeon 305-805, Korea

(Received June 9, 2009)

자동 흡연 장치를 사용하여 ISO/FTC (International Organization for Standardization/Federal Trade Commission) 흡연 조건에 따라 측정된 쉐련 연기의 타르, 니코틴 이행량은 흡연자가 쉐련 연기에 노출(exposure)되는 정도를 제대로 반영하지 못하므로 이를 개선해야 한다는 주장이 오래전부터 제기되어 왔다. 이에 ISO도 새로운(강화된) 표준 흡연 조건을 제정하기 위해 2005년도에 WHO와 공동으로 실무 작업반을 구성하여 관련 연구를 수행하였고, 연구 결과로서 제시된 두 가지의 흡연 조건(캐나다 흡연 조건, Option B) 중 한 가지를 강화된 표준 흡연으로 채택하기 위해 논의를 거듭하고 있지만 아직까지 합의에 이르지 못하였고, “어떠한 흡연 조건도 인간의 다양한 흡연 행태를 대표할 수 없다”는 내용의 결의안을 채택하여 기존의 흡연 과정이 포함된 ISO 표준에 삽입하도록 하였다(Report of WG9, 2006).

ISO의 실무 작업반에서 충분히 논의되었듯이 흡연자들의 흡연 행태는 매우 다양하고, 흡연 장

치를 이용한 기계적 흡연에 적용하는 흡연 변수들(흡연 부피, 흡연 주기, 필터 천공부위 막음 정도 등)과 다르다. 흡연자들이 실제 흡입하는 연기 이행량을 추정하기 위해 흡연자들의 체액에서 바이오 마커들을 측정하는 방법은 흡연자들이 직접 흡연하는 과정을 거쳐야 하고, 시간에 따라 달라질 뿐만 아니라 쉐련 구조가 흡연자들의 흡연 행태에 미치는 영향을 조사하는데 필요한 대규모 연구를 수행하기 위해 막대한 비용이 소요되므로 흡연자가 쉐련 연기에 노출되는 정도를 정량적으로 파악하는데 적합하지 않다(Watson *et al.*, 2004).

이에 BAT 연구진들(Dixon 등, 2005)은 흡연자들이 피우고 버린 담배꽂초의 필터 부위에 잔존된 타르와 니코틴 함량을 분석하여 흡연자가 해당 쉐련의 흡연을 통해 실제로 흡입한 연기의 이행량(yield in use)을 추정할 수 있는 간편한 방법을 개발하여 CORESTA 공동연구 등을 통해 유효화 시험을 진행하고 있다. 따라서 본 논문에서는 지금까지 발표된 자료들을 중심으로 쉐련 필터

*연락처 : 305-805 대전광역시 유성구 신성동 302 번지, KT&G 중앙연구원

*Corresponding author : KT&G Central Research Institute, 302 Shinseong-dong, Yuseong-gu, Daejeon 305-805, Korea (phone: 82-42-866-5404; fax: 82-42-866-5426; e-mail: hkkim@ktng.com)

분석을 통해 실제 쉼련 연기 이행량을 추정하는 방법을 소개하고, 다른 방법에 의한 결과와의 비교를 통해 그 타당성을 검토하고자 한다.

쉼련 필터 분석법의 개요

쉼련 필터 분석법은 흡연자가 흡연한 쉼련의 쑹초 필터 부위를 추출한 용액의 니코틴 함량과 UV 흡광도를, 동일한 쉼련을 자동 흡연 장치로 흡연하여 생긴 쑹초의 필터부위 추출액의 해당값들과 비교하여 흡연자의 실제 연기 흡입량을 추정하는 방법이다. 이는 연기의 니코틴 또는 타르의 양이 필터의 여과능(filtration efficiency)과 상관성을 나타내기 때문에 가능하다(St. Charles, 2001).

초기의 방법들은 필터 전체를 분석하여 흡연자의 실제 연기 흡입량을 어느 정도 정확하게 추정하였다. 하지만 필터의 여과능은 연기의 흐름 속도에 따라 달라지며 흐름 속도가 증가하면 여과능은 감소하는데 약 30 cm/sec 이상의 유속에서는 안정적으로 유지된다. 필터에 천공이 있는 쉼련들의 경우 필터 천공부위 윗부분(tobacco end)에서의 연기 유속이 낮아져서 필터를 통과하는 연기의 평균 유속은 낮아진다. 그러나 필터 천공부위 아랫부분(mouth end)에서의 연기 유속은 높아 이 부위에서의 필터 여과능은 대체적으로 일정하다. 따라서 여과능이 일정한 바로 이 부위를 분석하면 보다 개선된 추정치를 얻을 수 있고, 이러한 사실은 필터 전체와 필터 부분을 분석하여 비교한 연구에서 입증된 바 있다.

필터의 일부만을 분석하는 방법의 두 번째 장점은 ‘응축(condensation)’에 따른 영향을 감소시키거나 잠재적으로 제거한다는 것이다. 연기의 응축 현상으로 인해 쉼련 흡입 후 연소 부위 뒷부분에 니코틴과 다른 연기성분들이 집적되지만 이들은 연기로 이행되지 않는다. 만약 쉼련 각초부의 뒷부분이 연소되면 분석하려는 필터 바로 앞에서 응축 현상이 발생하고 이로 인해 필터에 잔존되는 니코틴과 다른 연기 성분들의 함량은 비정상적으로 증가할 것이다. 필터의 10 mm 부위(mouth end 기준), 즉 필터 끝 부분만을 분석함으로써 말기의 흡연에서 비롯되는 응축 물질들의

간섭을 받지 않는 보다 정확한 필터 여과능을 구할 수 있다(part filter method).

추정결과의 정확도를 최대한 높이기 위해서는 일반적인 흡연자들의 흡연 행태를 포함하는 다양한 흡연 변수들(즉 흡연 부피, 흡연 간격, 흡연 주기 및 연기 유속 등)을 적용해서 각 시험 쉼련을 기계적으로 흡연함으로써 필터 분석법을 보정할 필요가 있다. 이러한 보정 작업으로부터 구해진 연기 이행량과 필터 분석 데이터를 사용하여 직선 회귀식을 산출하고, 흡연자가 흡연한 쉼련의 쑹초 필터를 분석한 데이터와 비교하면 흡연자가 실제로 흡입한 니코틴과 타르의 양을 추정할 수 있다.

이렇게 추정된 흡연자의 연기 흡입량은 필터를 통과한 연기 이행량을 추정한 값이다. 흡연자가 흡입한 연기를 들이마시기 전에 입 주위로 흘러는 연기 또는 내뿜는 연기에 대해서는 전혀 고려하지 않은 추정치이며, 따라서 흡연자의 호흡계에 도달하여 흡수되는 절대적인 연기 이행량이라고 보다는 흡연자가 흡입할 수 있는 최대치를 나타낸 값이다.

필터 분석 과정에서의 보정 절차

보정 흡연을 위한 쉼련은 ISO 표준(ISO 3308)에 따라 흡연 전 48시간 동안 조화를 시키거나, 흡연 직전 포장을 뜯어 쉼련 시료를 추출, 곧바로 사용할 수 있는데 그 이유는 필터 분석법이 절대 연기 이행량을 평가하는 방법이 아니라 연기 이행량과 분석되어지는 필터 부분(part filter tip)에 잔존된 연기 성분과의 상관성을 도출하는 방법이며, 실제 흡연을 위해 흡연자들에게 제공되는 쉼련들이 포장된 상태에서의 수분 함량을 유지하기 때문이다.

보정 흡연을 위한 흡연 장치로는 선형 또는 회전형 흡연 장치 모두 사용할 수 있으나 작업자가 쉼련의 흡연이 완료되었을 때 즉각적으로 쉼련과 필터에 접근할 수 있어야 한다. 보정 흡연에 적용하는 몇몇의 흡연 조건들은 특정한 흡연 횟수를 규정하고 있고 모든 흡연 조건에서 필터를 손상시키지 않은 상태로 수거해야 하므로 흡연 후 쑹초를 자동적으로 제거하는 시스템이 작동되지 않

도록 해야 할 것이다.

보정 흡연에 적용하는 흡연 조건들은 흡연자들의 실제 흡연 행태와 필터 여과능에 미치는 연기 유속의 영향을 고려하여 선택하되 흡연자들의 다양한 흡연 행태를 반영하여 설계한다. 보정 곡선을 그리기 위해 선택하는 흡연 조건들은 시험 대상인 켈련들의 ISO 타르값에 따라 달라지는데, 켈련들의 ISO 타르값과 적절한 흡연 조건들의 선택 방법을 다음의 표 1(St. Charles, 2001)에 나타내었다.

“흡연 조건 0” 을 통해 흡연하지 않은 대조군 filter tip을 얻는다.

보정 흡연은 ISO 표준에 명시된 환경 조건(온도: 22 ℃, 상대습도: 60%)에서 실시하되, TPM의 포집에 사용하는 캠프리지 필터 패드는 이 조건

에서 사용 전 48시간 이상 조화시켜야 한다.

시험 켈련에 해당하는 흡연 조건별로 5개피의 켈련을 흡연시키되 정해진 흡연 횟수를 흡연했거나 꺾초 표시 부위까지 켈련이 연소되면 자동 흡연 장치로부터 켈련을 꺼내고 연소 부위를 조심스럽게 제거하여 소화시킨다. 그런 연후에 다섯개 꺾초의 입물림부(mouth end)로부터 정확하게 10 mm를 측정하여 필터 부위를 잘라낸다(시판되는 filter collector를 사용하면 편리함). 잘라낸 5개의 필터 팁(filter tip)은 뚜껑이 달린 알루미늄 캔에 넣고 밀봉하여 상온에서 보관하면서 흡연자들이 실제로 흡연한 꺾초에서 수거한 필터 팁과 함께 분석할 수도 있는데 이는 보정 흡연을 통해 얻은 필터 팁과 흡연자들의 꺾초에서 얻은 필터 팁의 제조 후 경과 시간을 비슷하게 유지하기 위

Table 1. Calibration smoking regime selection

Point (Regime)	Smoking Conditions					ISO NFDPM Yield	
	Volume (mL)	Duration (sec)	Interval (sec)	Flow (mL/sec)	Smoked Length/puffs	1~3 mg	4 mg plus
0	-	-	-	-	-	√	√
1	40	2	60	20.0	4 puffs	√	√
2	40	2	30	20.0	Tipping + 3 mm	√	√
3	50	1.5	60	33.3	4 puffs	√	-
4	50	1.5	60	33.3	Tipping + 3 mm	-	√
5	50	1.5	30	33.3	Tipping + 3 mm	√	√
6	70	1.5	60	46.7	4 puffs	-	√
7	70	1.5	30	46.7	Tipping + 3 mm	√	-
8	70	1.5	20	46.7	Tipping + 3 mm	√	√*

* ISO 타르값이 4 mg 이상인 켈련 제품들의 경우, 흡연 조건 8을 적용하면 TPM(Total Particulate Matter)값이 높아지므로 특별한 처리가 필요하다. 캠프리지 필터 패드의 여과능이 초과되는 경우를 방지하기 위해 연기 TPM을 직경이 92 mm 인 필터 패드에 포집하여 이것을 40 mL 추출 용매로 추출하되 희석 비율을 보정한다. 다른 흡연 조건들에서는 직경이 44 mm 인 캠프리지 필터 패드에 TPM을 포집하고 20 mL 추출 용매로 추출한다.

함이다. 켈런제품들을 각각의 흡연 조건에서 두 번씩 흡연시켜 반복된 결과를 얻는다. 보관 기간이 길어질 경우(4주 이상), 필터 팁들을 냉장(4℃) 또는 냉동 보관하는 것이 좋다.

흡연이 종료된 후 캠브리지 필터 패드의 무게를 측정하여 TPM의 양을 구한 다음 패드를 150 mL 삼각 플라스크에 옮기고 추출용매 [n-heptadecane(0.25 mg/mL)와 ethanol(4.0 mg/mL)을 포함하는 2-propanol 20 mL를 가한다. 플라스크의 뚜껑을 닫고 진탕기에서 중간 속도로 20분간 진탕 후 ISO의 해당 표준에 따라 니코틴과 수분을 정량한다.

필터 팁 분석

보정 흡연 과정에서 생산된 필터 팁은 알루미늄 캔에 밀봉해서 보관할 경우 상온에서 4주간까지 니코틴이나 UV 흡광도 감소를 나타내지 않았다. 10 mm 길이로 자른 5개의 필터 팁들의 길이를 디지털 캘리퍼로 정확하게 측정하고(± 0.1 mm) 기록한 다음, 필터 팁 길이의 평균값을 계산한다. 5개의 필터 팁 모두를 150 mL 부피의 환저 플라스크에 옮기고서 추출용액[20 mL, n-heptadecane(0.05 mg/mL)을 포함하는 메탄올]을 가한 뒤 중간 속도로 30분 이상 진탕한다. 추출액의 일부를 취하여 파장 310 nm 에서의 UV 흡광도와 니코틴 함량(mg/tip)을 측정한다. 추출액의 UV 흡광도는 시료 조제 후 24시간 이내에 측정해야 하는데 이는 하루 이상 방치할 경우 UV 흡광도가 감소하기 때문이다. 이와는 달리 추출액의 니코틴 함량은 장기간 일정하게 유지되므로 흡광도를 측정한 후 니코틴을 정량한다.

반복 시험구를 같은 날짜에 추출하여 분석하지 말고 각각 다른 날에 분석해야 하는데 이는 데이터의 안정성을 향상시키고 시험 도구의 운용상 발생할 수 있는 문제점으로 인해 데이터가 훼손될 가능성을 줄이기 위한 조치이다.

필터 팁 추출액의 UV 흡광도는 분광 광도계 또는 HPLC를 사용하여 측정하는데 Quinoline 표준 용액을 사용하여 흡광도 측정과 관련된 성능을 점검한다. Quinoline은 310 nm 부근의 파장에서 UV광을 흡수하지만 310 nm에서는 작지만 날

카로운 감소 현상을 나타낸다. 따라서 파장이 약간만 변화해도 Quinoline 표준 용액의 흡광도가 증가할 것이다. 그러므로 Quinoline 표준 용액들을 사용하여 UV 검출기 또는 분광 광도계의 직선성을 확인하고, Quinoline 체크 용액을 통해 검출기의 성능을 모니터링하는 동시에 시료의 UV 흡광도 값들을 normalization 시킨다.

추출액의 흡광도, 필터 팁의 평균 길이 및 분석한 필터 팁의 갯수(보정 흡연용 시료들의 경우 대개 5개)를 사용하여 다음식과 같이 계산한다.

Tip length corrected Abs/tip, 즉

$$\begin{aligned} & \text{Abs}/10.0 \text{ mm tip} \\ & = [\text{Total Absorbance}^{310 \text{ nm}} \times 10.0/\text{mean tip} \\ & \quad \text{length(mm)}/ \text{Number of tips} \end{aligned}$$

필터 팁 추출액의 니코틴 함량은 GC-FID를 통해 측정하여 mg/tip 단위로 나타내는데, 이 값과 필터 팁의 평균 길이, 그리고 필터 팁의 갯수(보정 흡연용 시료들의 경우 5개)를 사용하여 다음식과 같이 계산한다.

Tip length corrected nicotine/tip, 즉

$$\begin{aligned} & \text{Tip Nic.}/10.0 \text{ mm tip} \\ & = [\text{Tip nicotine(mg/tip)} \times 10.0/\text{mean tip} \\ & \quad \text{length(mm)}/ \text{Number of tips} \end{aligned}$$

데이터 품질 관리 및 검량선

각 켈런 제품에 해당하는 흡연 조건들에 따른 보정 흡연을 통해 필터 팁별로 연기 이행량이 다양한 일련의 data points를 얻을 수 있고 이를 토대로 검량선을 그린다. 그려진 검량선의 직선 회귀식을 구하여 미지의(흡연자가 흡연한) 필터 팁의 니코틴과 흡광도(310 nm) 측정값으로부터 흡입된 니코틴과 타르 이행량을 추정한다.

따라서 각 제품별로 다음의 두 가지 검량선을 우선적으로 작성한다.

- 1) Mainstream nicotine yield vs Tip nicotine
- 2) Mainstream NFDPM yield vs Absorbance/tip

위 두 가지 검량선의 실제 예를 다음의 그림

에 나타내었다(St Charles, 2001).

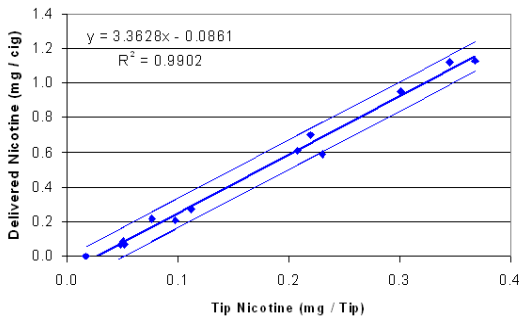


Fig. 1. Mainstream nicotine versus tip nicotine (1 mg ISO tar Product, Standard Error = 0.043 mg/cig)

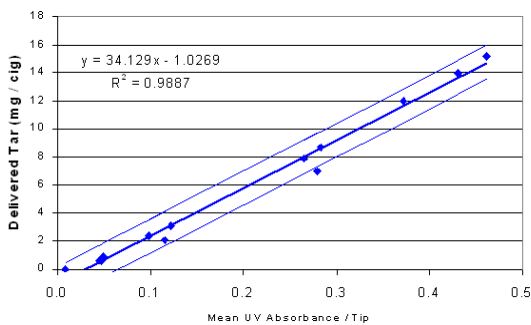


Fig. 2. Mainstream NFDPM versus absorbance of tip(1 mg ISO tar Product, Standard Error = 0.60 mg/cig)

이러한 검량선들로부터 구한 직선 회귀식을 사용하여 흡연자가 해당 쉐련을 흡연하면서 실제로 흡입한 타르(NFDPM)와 니코틴의 양을 추정한다.

또한 필터 팁 분석 데이터에 대한 연기 성분 데이터를 바꾸어 대응시킨 다음의 두 검량선을 추가로 작성하여 직선 회귀식을 구해볼 필요가 있다.

3) Mainstream nicotine yield vs Absorbance/tip

4) Mainstream NFDPM yield vs Tip nicotine

위의 두 가지 검량선 외에도 연기 및 필터 팁

분석 데이터를 모니터링하기 위해 다음의 검량선들을 작성한다.

5) Mainstream NFDPM yield vs Mainstream nicotine yield

6) Absorbance/tip vs Tip nicotine

상기 두 검량선 모두 결정계수(R^2)가 0.98 이상인 직선성을 나타내어야 하며 이러한 직선성을 나타내지 못할 경우 원인을 파악하여 해결한 다음 다시 작성한다.

이러한 선형 회귀선들을 사용하여 추정된 흡연자의 연기 흡입량은, 필터 팁 추출액의 흡광도와 니코틴 함량 비율이 보정 흡연을 통해 구한 필터 팁과 흡연자의 궤초로부터 수집된 필터팁에서 동등할 경우 흡연자의 실제 연기 흡입량과 대등해질 것이다. 이는 위의 데이터 모니터링용 검량선 6)을 보정 흡연과 실제 흡연자가 흡연한 궤초로부터 수거한 필터팁에 대해 각각 작성하고 기울기를 비교하면 알 수 있다.

흡연자가 흡연한 궤초의 분석 데이터를 이런 방식으로 검증하면 불량한 필터 팁 또는 과도한 열에 노출되어 니코틴이 손실된 필터 팁으로 인해 발생하는 불량 데이터를 확인할 수 있다.

흡연자가 흡연한 궤초의 필터 팁 분석 및 실제 연기 흡입량 예측

흡연자가 흡연한 궤초의 필터 팁을 흡연자로부터 수집하되 시판되는 filter collector를 사용하여 길이가 10 mm 인 필터 팁을 잘라내어 검사하고 분석용으로 15개를 선정한다. 잘못 잘려진 (즉 10 mm 보다 훨씬 짧은) 것 또는 훼손되거나 립스티이 진하게 묻은 필터 팁들은 가능하면 사용하지 않도록 하되 해당 시료의 개수가 현저히 부족할 경우에만 분석한다. 수집한 모든 필터 팁들의 특성, 즉 경도 및 필터 팁에 묻은 자국의 형태를 기록한다.

선정된 15개 필터 팁을 5개씩 나누어 3구의 시료로 한다. 각 필터 팁의 길이를 디지털 캘리퍼를 사용하여 0.1 mm 까지 측정하여 기록하고 5개로 이루어진 각 시료의 평균길이를 계산한다.

흡연자가 흡연한 궤초의 필터 팁은 앞의 보정

흡연 과정에서와 마찬가지로 추출하고 분석한다. 흡연자가 실제 흡연한 궤초의 필터 팁 추출액의 니코틴 분석 결과와 보정 흡연에서 구한 직선 회귀식을 토대로 흡연자의 실제 니코틴 흡입량을 추정한다. 비슷한 방식으로 필터 팁 추출액의 UV 흡광도 측정 결과와 보정 흡연에서 구한 직선 회귀식을 사용하여 흡연자의 타르(NFDPM) 흡입량을 추정한다.

각 흡연자의 실제 니코틴 및 타르 흡입량 추정값의 평균은 3반복 결과를 계산하여 구하며, 실험에 참가한 흡연자의 일일 흡연 개피수를 알면 흡연자의 일일 연기 노출량을 파악할 수 있다.

필터 분석 결과로부터 추정된 실제 연기 흡입량의 타당성 검증

Shepperd 등(2006)은 EU 권역에서 시판되고 있는 아래의 6개 제품들을 대상으로 10명으로 이루어진 피실험자들의 실제 흡연 행태를 기록하고 human smoke duplicator를 사용하여 제품별 실제 연기 흡입량을 측정하였다(표 2 참조).

자동 흡연 장치를 통해 human smoke duplication에 따라 흡연된 필러들의 궤초 부위에서 잘라낸 필터 팁의 타르와 니코틴 분석 결과를 검량선의 회귀식에 대입하여 추정된 타르와 니코틴의 이행량과, smoke duplication에서 흡연한 필

Table 2. Details of the Study Products

Product code	A	B	C	D	E	F
Source market	Germany	UK	UK	Germany	Germany	Germany
ISO nicotine(mg/cig)	0.1	0.1	0.3	0.4	0.5	0.8
ISO 'tar' yield(mg/cig)	1	1	3	4	6	11
Blend style	USB ^a	VA ^b	VA ^b	USB ^a	USB ^a	USB ^a
Filter type	Paper/CA ^c	CA ^c	CA ^c	CA ^c	CA ^c	CA ^c
Filter length(mm)	25	25	25	27	27	21
Filter ventilation(%)	78	84	70	63	41	18

- a. USB : American blend type product
- b. VA : Virginia type product
- c. CA : Cellulose acetate filter

Table 3. Estimated 'tar' and nicotine yields vs duplicated yields by product for the part filter method (Values expressed as mean ± standard deviation, * p < 0.001)

Product	Tar yield(mg)		Nicotine yield(mg)	
	Duplicated	Estimated	Duplicated	Estimated
All	13.9 ± 6.0	13.8 ± 5.8	1.15 ± 0.40	1.19 ± 0.40
A	8.8 ± 2.0	8.3 ± 3.5	0.85 ± 0.16	0.84 ± 0.32
B	8.2 ± 3.0	9.2 ± 3.1*	0.74 ± 0.26	0.80 ± 0.25
C	12.8 ± 3.9	12.6 ± 3.4	1.18 ± 0.33	1.16 ± 0.32
D	15.3 ± 3.7	14.8 ± 3.2	1.27 ± 0.28	1.35 ± 0.29
E	17.1 ± 4.2	17.6 ± 4.3	1.35 ± 0.32	1.39 ± 0.32
F	22.5 ± 4.3	21.5 ± 4.7	1.59 ± 0.33	1.64 ± 0.38

련의 실제 타르, 니코틴 이행량을 비교한 결과는 표 3과 같았다.

표 3의 결과를 살펴보면, 필터 팁 분석을 통해 추정된 타르 및 니코틴의 이행량은 human smoke duplication을 통해 구한 실제 이행량과 잘 일치하는 것을 알 수 있다. 결국 흡연자들의 실제 연기 흡입량을 조사하는데 있어서 필터 분석법은 간편하면서도 매우 유용한 결과를 제공한다는 점을 보여준다.

맺 음 말

담배 제품의 규제를 위한 쉐련 연기성분 분석의 토대가 되는 강화된 표준 흡연조건의 제정을 둘러싸고 담배 산업계와 담배 규제론자들 사이에 장기간에 걸친 논의가 계속되고 있다. 강화된 표준흡연 조건은 흡연자들의 실제 흡연 행태를 최대한 반영해야하고, 비교적 최근에 소개된 쉐련 필터 분석법(part filter method)은 각 쉐련 제품별 실제 흡연량을 간편하고도 정확하게 추정할 수 있는 방법이므로 이를 통해 제품별 실제 흡연량을 조사하여 적합한 표준 흡연 조건을 정립하는데 활용해야 할 것이다. 아울러 소비자들의 실제 흡연량을 간편하게 추정함으로써 흡연자들의 일일 연기 노출량, 제품별 평균 노출량 등을 파악할 수 있게 되어 보다 합리적인 담배 규제 정책의 수립에 활용될 것으로 예상된다.

참 고 문 헌

Dixon M., Shepperd J. and St. Charles K.(2005) Validation of cigarette filter analysis methodologies used for the estimation of cigarette smoke yields to smokers. Poster presented at the 11th Annual Meeting and 7th Annual European Conference of the Society for Research on Nicotine and Tobacco Conference.

ISO 3308(2000) Routine analytical cigarette smoking machine - Definitions and standard conditions, International Organization for Standardization, Geneva.

ISO/TC 126 Document N 830(2006) Report of working group ISO/TC 126/WG 9 "Smoking methods for cigarettes".

Shepperd C.J, St.Charles F.K, Lien M. and Dixon M.(2006) Validation of Methods for determining consumer smoked cigarette yields from cigarette filter analysis. *Beitrag Zur Tabakforschung International* 22: 176-184.

St.Charles F.K.(2001) A robust method for determining consumer smoked cigarette yields from filter analytical data, Paper presented at the 55th TSRC, Greensboro, NC, USA.

Watson C., Mccraw J., Polzin G. and Ashley D.(2004) Development of a method to assess cigarette smoke intake, *Environ. Sci. Technol.* 38: 248-253.