

잎담배 및 제품담배의 재떨어짐에 관한 연구

김병구^{*} · 양범호 · 안대진 · 조시형 · 제병권 · 김시몽

KT&G 중앙연구원 담배연구소

(2004년 11월 10일 접수)

Ash Drop Measuring on Tobacco Leaf Grades and Brand Cigarettes

Byeoung-Ku Kim*, Burm-Ho Yang, Dae-Jin Ahn, Si-Hyung Jo,

Byong-Kwon Jeh and Si-Mong Kim

KT&G Central Research Institute

(Received November 10, 2004)

ABSTRACT : In this study, we have investigated the natural and puffing combustibility of cigarette brands and the compulsory ash-drop, and analysed factors related to the materials. Cigarette combustibility was greatly affected by the tobacco weight in cigarettes rod. Combustion rate of 4AOR cigarette made by flue-cured tobacco was 5.02 ^{mm}/min and 10% faster than 1B0 cigarette. Combustion pattern has interrelation with sugars, chlorine and ash contents among tobacco components. Combustion rate of 4DL, flue-cured tobacco was 55 seconds faster than 1CL tobacco extremely much in sugars contents, and ash drop was maintained at 21% longer. Combustion time and burning rate were fast in cigarette made by expanded tobacco slice and tobacco stem and the formation of ash was poor. The length of puffed ash drop of expanded tobacco slice and tobacco stem were 18.6 mm and 25.2 mm and these forced ash drop length were 3.8 mm and 4.9 mm respectively. Puffed burning rate of general cigarette was 14.3% faster than static burning rate and super slim type cigarettes was 21.3% faster. Combustion rate and ash drop of domestic and foreign cigarette brands were quite different depending on tar level and cigarette types. The lower tar level, the faster combustion rate and the shorter ash drop.

Key words : ash drop, fire ball drop out, fire corn, burning rate, puff smoking

최근 애연가들은 덜 해롭고 안전한 담배에 관심이 집중되어 있다. 1953년 미국시장은 Viceroy와 1957년 국내에서는 아리랑 담배에 최초로 필터를 부착시킨 제품이 각각 시판되었다. 그 후 재료품과 엽배합, 첨가제 등의 많은 제조공정 분야에서

tar, nicotine을 감소시키기 위한 다양한 처리기술들을 개발하여 적용하기에 이르렀다. 엽배합에서는 1960년대 이전 황색종 위주의 full flavor 배합 형태에서 최근에는 저비중엽인 판상엽(RT), 주맥(Stems), 팽화각초(ET)와 버어리엽의 배합비가 확

*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

대되기 시작했다(이태호 등, 1987). 이런 엽배합이 적용됨으로써 켈련의 충전밀도가 감소하고, 원가 절감과 함께 권관부의 경도가 증가하여 제품의 물리성이 전반적으로 상승하게 되었다. 이러한 물리성의 향상은 제품의 연소속도를 높여 흡연자에게 연소 흡입물을 증가시켜 흡연 충족감을 높여주게 되었다(김찬호 등, 1987). 그러나 부풀성이 높고 잎담배 조직이 치밀하지 못한 저비중엽을 많이 사용하게 되면 연소 후 담배재의 수렴성을 유지하는데 불리한 요소로 작용하게도 된다(이태호 등, 1987). 일부 판상엽과 팽화 각초의 지나친 사용은 담배재의 균일성과 견고성에 나쁜 영향을 줄 수 있으며, 주맥 비율의 증가 역시 연소시 불꽃의 휘어짐과 비틀림 현상을 일으켜서 불씨 떨어짐의 원인이 되기도 한다(김대중 등, 1997; 김병구 등, 1996). 또한 켈련지의 표면 요철도와 기공도 및 무기질의 구성 성분이 재의 형태에 영향을 준다고 하였다(Liu 등, 2003). 따라서 엽배합 비율과 내부 화학적조성, 물리성과 켈련지의 영향 등 여러 요인들이 불씨 떨어짐의 원인으로 작용한다고 할 수 있다.

본 연구는 단엽원료의 켈련 및 현행시판 제품에 대한 흡입 연소시간과 자연식 및 강제식 재떨어짐 길이와 시간을 측정하여, 엽배합 특성과 제품별 재떨어짐에 영향을 미치는 요인을 구명하고 예측하여 이를 연장하기 위한 기초자료로 활용할 수 있도록 하기 위함이다. 또한 이러한 재의 연소조건을 개선시킴으로써 소비자들로부터 흡연 중에 불씨나 재떨어짐에 대한 불만사항을 해소하여 더 높은 흡연 만족감을 제공하는데 그 목적이 있다.

재료 및 방법

재떨어짐 측정장비(ash-drop measuring device, ADM)

단엽원료 켈련 및 시판제품 담배의 재 떨어짐을 Fig. 1에 나타난 흐름도에 따라 각각의 측정방식에 의하여 분석하였으며 재떨어짐 측정장치(ADM)의 실제 사진은 Fig. 2와 같다. 재떨어짐(ADM)은 켈련 연소시 일정한 길이의 담배가 자연적으로 연소되는 시간뿐만 아니라 CORESTA 분석기준(17.5

ml/sec)으로 켈련을 흡입 시에 재가 떨어지는 시간과 길이를 측정할 수 있도록 고안하였다. 강제식 재떨어짐은 사람의 손가락 압력으로 담배를 털듯이 기계적으로 일정한 힘을 켈련에 가해지도록 하여 재가 떨어지는 시간과 길이를 측정하였다.

켈련의 연소속도 측정방법

1. 자연 연소시간(static burning rate, SBR) : 켈련 연소 시 흡입하지 않고 자연적으로 30 mm 연소시켰을 때, 소요되는 시간으로 각각의 시료들에 대하여 10회 반복 실험하였다.
2. 흡입 연소시간(puffed burning rate, PBR) 측정 : 켈련 점화 후 17.5 ml/sec의 양으로 2초간 흡입 후 58초의 정지 기간을 주면서 켈련을 30 mm 연소시켰을 때 소요되는 시간으로 각각의 시료들에 대하여 10회 반복 실험하였다.

켈련의 재떨어짐 시간 및 길이 측정방법

1. 흡입식 재떨어짐 길이 및 시간 측정(puffed ash-drop length and time, PADL and PADT) : 켈련을 점화 후 17.5 ml/sec의 양으로 2초간 흡입한 다음 58초는 자연적으로 연소되게 하면서 켈련을 연소시킬 때 발생하는 자연적인 담배 재떨어짐에 대한 길이와 시간을 측정하였다. 이때 켈련의 연소에 따른 재의 구부러짐 현상을 고려하여 감지기(sensor)는 연소부 말단으로부터 10 mm 떨어진 지점에 위치하도록 하였으며, 이 위치에서 재떨어짐이 감지되는 시간을 측정하고 1회의 충격을 주어 재를 떨어 준 다음 재떨어짐 길이를 자동으로 측정하였다.
2. 강제식 재떨어짐 길이 및 시간(forced ash-drop length and time, FADL and FADT) 측정 : 강제식 재떨어짐에 대한 켈련의 연소 흡입조건은 흡입식 재떨어짐 측정과 동일하나 켈련의 연소에 의한 연소부에서의 수축(shrinkage) 현상 및 충격에 의한 재떨어짐을 고려하여 감지기는 연소부 말단으로부터 5 mm 떨어진 지점에 위치하도록 하였다. 또한 재떨어짐 시간 및 길이는 필터에 가해진 충격에 의해 재떨어짐이 감지되는 시점을 기준으로 하였으며, 켈련

에 대한 충격간격(impact interval)은 30초로 설정하였다. 그리고 필터와 충격 체와의 충돌은 완전 비탄성 충돌(completely inelastic collision)로 가정하였다. 컬런에 가해지는 충격에너지(impact energy)는 위치에너지(potential energy)를 환산하여 결정하였으며, 이때 필터부에 가해지는 충격에너지는 1332.8×10^{-6} [J]이었다.

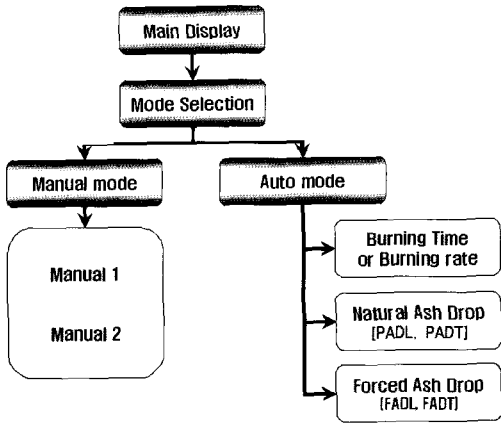


Fig. 1. Flow chart on the experiment of puffed and forced ash-drop measurement.

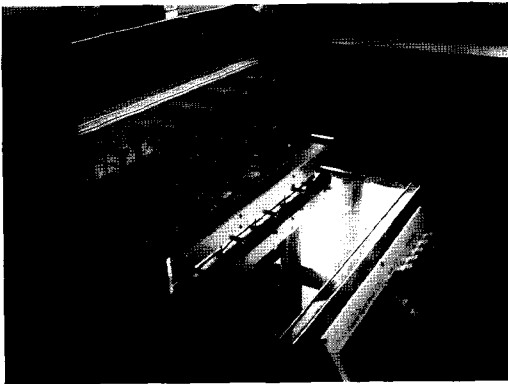


Fig. 2. Real image of ash-drop measuring device(ADM).

분석시료

재떨어짐에 대한 시료는 Table 1과 같이 단엽 컬

련으로 황색종, 버어리종 6개 등급(2001년산, 가공 등급 기준)과 팽화각초와 주맥 그리고 판상엽을 사용하여 제조하였으며, 제품담배 시료는 Table 2와 같이 현재 국내에 시판되고 있는 담배 중 비교적 시장 점유율이 큰 외산 및 국산 담배를 대상으로 하였다. 각각의 시료들은 타르 함량에 따라 1 mg과 3 mg, 5 mg을 적용하였고, 컬런의 굵기에 대한 영향은 초슬림(17 mm) 및 레귤러형(24.5 mm)으로 분류하였다. 시료들의 엽중성분 분석은 대상 시료들의 컬런지를 제거한 후 각초를 수집하여 80℃의 건조기에서 3시간 건조하여 사용하였다. 건조된 시료는 분쇄기로 분쇄하여, 엽중 nicotine과 sugar 함량은 자동분석기(Bran Luebbe)로 nitrogen의 함량은 CNS 분석기(Leco CNS-2000)를 이용하여 분석하였으며, 엽소는 pH/ion meter (Orion-720A)에 의한 전위차 방법으로 측정하였다. 기타 성분은 엽중 내용성분 및 연기성분 분석법(김 등, 1991)에 의거하여 분석하였고, K, Ca 등의 무기성분은 자동원소분석기(E.A1110-Elemental analyzer)로 분석하였다.

Table 1. The specification of Flue-cured and Burley cigarette samples

Flue-cured		Burley		Others	
Grade	net weights (mg)	Grade	net weights (mg)	Tobacco filler	net weights (mg)
4AOR	751	4AT	630	ET	435
3BO	713	3BT	606	ES	592
1BO	813	1BT	596	RT	743
1CL	675	1CW	542		
3DL	648	3CW	513		
4DL	565	3ADP	559		

Filter P.D : 82.5mmH₂O(27mm).

No vent, Cigarette paper porosity: 45 C.U.

Cigarettes column E.P.D : 50 ± 5mmH₂O.

Crop years: 2001.

ET : expanded tobacco.

ES : expanded stem.

RT : reconstitute tobacco(paper making).

Table 2. The specification of domestic and foreign cigarette samples

Brand Corporations	Type	Regular Type(tar)			Super Slim Type
		1mg	3mg	5mg	
Foreign Cigarettes	P	LA	-	MAL	VL
	B	DU	-	DU	-
	J	-	-	MIL	-
Domestic Cigarettes	K	TO	SA RA	TI TH	EL

P(PM), B(BAT), J(JT), K(KT&G).

결과 및 고찰

1. 단엽 잎담배의 내용성분

재떨어짐에 영향을 주는 요인을 구하기 위하여 각각의 시료들에 대한 각초의 엽중성분을 분석한

결과는 Table 3과 같다. 잎담배 중에 포함되어 있는 nicotine은 흡연시 담배 본래의 특성을 나타내는 대표적인 성분으로써 황색종의 nicotine과 nitrogen은 상위엽인 3BO에서 각각 3.47과 3.85%로 많았으며, 버어리엽의 nicotine과 nitrogen은 본엽 3등 3BT에서 각각 3.56과 5.12%로 가장 높았다. 이 성분들은 품종 등급간 함량의 차이가 크게 나타났으며, 기타의 엽에서는 팽화각초와 판상엽에서 낮은 함량을 보였다. 엽중 nicotine과 nitrogen은 담배의 각미를 결정짓는 주요소로 작용하지만 연소성이나 재의 형성과 같은 물리성에는 크게 상관하지 않는 것으로 알려졌다(김정화 등, 1997 ; Leupi 등, 1991). Sugar는 흡연시 nicotine과 함께 품질과 관능미에 가장 영향을 많이 주는 주요한 성분이며 물리적 영향으로는 평형수분, 부풀성, 연소성 등과 재의 형성에도 큰 영향을 주는 성분으로 알려졌다(김과 정 등, 2003). Sugar는 황색종 본·중엽 1BO, 1CL에서 20.6%로 가장 많았다.

Table 3. Comparison of chemical components to Flue cured, Burley and other tobacco materials

(unit : %)

Type	Grade	Nicotine	T.sugar	T.nitrogen	Chloride	Ash	Inorganic			
							K	Ca	Mg	P
Flued -cured	4AOR	3.36	10.6	3.22	0.53	12.99	2.27	1.66	0.37	0.23
	3BO	3.47	19.3	3.85	0.67	14.57	2.43	1.75	0.38	0.22
	1BO	2.90	20.6	2.56	0.44	9.95	2.08	1.58	0.31	0.19
	1Cl	2.22	20.6	2.37	0.52	11.14	2.26	1.63	0.34	0.20
	3DL	2.35	21.1	2.78	0.69	11.88	2.45	1.74	0.36	0.24
	4DL	2.13	9.0	2.63	0.88	17.64	4.56	3.50	0.73	0.27
Burley	4AT	2.82	-	4.71	1.03	17.11	4.46	3.01	0.78	0.34
	3BT	3.56	-	5.12	1.08	16.60	4.39	2.95	0.74	0.35
	1BT	3.42	-	5.10	0.95	18.16	3.88	3.82	0.72	0.35
	1CW	2.88	-	4.83	0.98	18.99	4.08	3.04	0.77	0.35
	3CW	1.87	-	4.51	1.07	21.43	4.63	3.32	0.88	0.35
	4DP	1.01	-	3.08	1.13	27.78	4.85	3.71	0.92	0.38
Others	ET	1.70	19.90	2.49	0.35	12.83	2.38	1.62	0.36	0.22
	ES	2.55	26.20	2.73	0.21	9.67	2.04	1.56	0.33	0.20
	RT	0.41	5.90	1.90	1.26	17.68	3.87	2.71	0.68	0.26

엽소는 함량이 높을 경우 담배 품질과 맛에 나쁜 영향을 주는 성분으로 밝혀졌으며, 물리적 특성으로는 조습성과 연소성 등에 큰 영향을 미치므로 연소의 형태 중 SBR(static burning rate)과 PADL(puffed ash-drop length) 등과 관련이 있는 것으로 알려졌다(김과 복, 등 2003). 조회분은 담배의 킁미나 품질에 직접적인 영향을 미치지 않지만 간접적으로는 관련될 수 있으며 연소형태와 속도, 재의 형성과는 밀접한 것으로 알려진 바, 본 시험의 결과에서도 Vicki 등 (2003)이 보고한 결과와 많은 부분 일치하는 경향을 보였다. 회분과 potassium은 황색종이 하위엽 4DL에서 17.64와 4.56%이었으며, 버어리종은 하위엽 4DP에서 각각 27.78과 4.85%로 가장 높은 수치를 나타냈다. 기타 엽은 팽화각초와 주맥에서 12.83과 9.67%로 약간 낮은 수준을 보였지만 판상엽의 회분과 potassium은 17.68과 3.87%로 비교적 높게 나타났다.

궐련 담배의 연소 특성과 연소 후 재의 형태는 여러 요인들로부터 영향받을 수 있겠으나, 주원인은 궐련의 내부에 구성돼 있는 엽분 등급의 특성에 따른 배합비와 각기 다르게 조합된 궐련 원료의 물리, 화학적 특성 인자들로부터 결정된다고 설명할 수 있을 것이다.

2. 단엽 잎담배의 재떨어짐

Table 4는 황색종과 버어리종, 기타 원료엽의 단엽별 궐련 연소성 및 재떨어짐 현상을 측정한 결과이다. 자연 연소 속도는 본엽 1BO(490.9초)가 상위엽 4AOR(444.3초) 보다 46.6초 길게 나타났고, 분당 연소 길이도 4.05 ^{mm}/_{min}에서 3.67 ^{mm}/_{min}으로 0.38 ^{mm}/_{min} 느려지는 것으로 나타났다. 이는 Table 1과 같이 궐련의 전충량이 1BO가 4AOR보다 62 mg 약 10% 증가하여 권관부 내의 공간 밀도가 조밀하기 때문으로 생각할 수 있으며, Table 3의 결과에서와 같이 본엽 1BO의 내용성분 중에는 연소성을 지연시킬 수 있는 당류와 유기물 등의 함량이 높기 때문인 것으로 생각된다.

중·하엽에서는 4DL의 SBR이 1CL보다 52초 빨랐으며 연소 길이도 분당 0.72mm 빠른 속도로 나타났다. 이와 같은 결과는 4DL이 1CL보다 부풀성이 크므로 분당 전충량이 16%정도 감소하여 연소

시 열분해 되는 중량이 적어지기 때문으로 생각된다. 이는 James L. H. 등(1974, 1984)의 연구결과와 같이 하위엽에서는 식물의 생리 특성상 노화가 일찍 진행된 엽분등급에 해당되므로, 섬유소나 무기염류 등은 증가하고 수분이나 당류 등, 연소성에 나쁜 영향을 줄 수 있는 물질들이 많이 감소했기 때문으로 판단된다. 버어리종은 황색종과는 달리 등급간 엽중 연소성의 차이는 크게 나타나지 않았다. 이는 Table 3의 결과와 같이 버어리종에서 등급간 화학적 내용성분의 차이가 그다지 크지 않았기 때문으로 생각된다. 그러나 부풀성이나 충전밀도 등의 여러 물리적 요인들에 의하여 크게 영향받음으로써 4DP가 4AT보다 연소속도가 34% 빨라졌고, 분당 연소 길이도 89%나 증가하여 약 2배 정도 빨라지는 큰 차이를 보였다. 이와 같이 버어리종에서는 부풀성에 따른 양목이 연소성의 주원인으로 작용함을 알 수 있었다. 팽화각초(ET)의 SBR은 197.5초와 분당 10.23 mm의 속도로서 버어리종 중·하엽보다 현저히 빠른 수치를 보였다. 연소시 팽화각초가 타 품종에 비하여 잎담배 조직의 확장으로 연소기작에 관여되는 산소층에 조연성 조건이 충분히 제공되기 때문이며(김병구 등, 1996), 팽화시 열처리 과정 중 연소성에 악영향을 주는 유기물의 감소와 평형수분의 저하로 인하여 빠른 연소유형을 보인 것으로 볼 수 있다. 따라서 James L. H. (1984)는 연소시 탄화부에 일정한 형태의 탄화 층이 형성되지 않음으로써 재의 고정성 유지에 좋지 않은 영향을 주게 된다고도 하였다. PBR은 황색종 중·하엽이 상·본엽보다 109.7초 속도가 빨라졌으며, 연소 길이는 중·하엽이 분당 2.23 mm 빠르게 진행되었다. 버어리종 상·본엽의 SBR은 중·하엽보다 64.7초 길었고, 연소 속도는 중·하엽이 분당 3.16 mm 빠른 속도를 보였다. 이러한 결과는 흡입식 연소에서는 정지된 상태의 SBR 연소특성과는 달리 연소물질의 질량과 속도가 품종과 등급의 이화학적 특성에 따라 열역학적으로 각기 다른 특성을 나타내기 때문이며, 또한 흡입 연소 중에는 엽배합비 뿐 아니라 궐련을 구성하고 있는 필터, 재료 기타 체제 등의 요인이 흡입량에 영향을 주어 연소량이 결정되기 때문인 것으로 판단된다. 흡입식 재떨어짐(PADL)

은 황색종 상·본엽이(448.9초) 중·하엽 (323.9초) 보다 125초 느려져 큰 차이를 나타냈으며, 재의 길이는 상·본엽 중에 4AOR이 25.4 mm 중·하엽인 4DL이 26.1 mm로 0.7 mm 길게 형성됨을 알 수 있었다. 버어리엽의 상·본엽이 중·하엽보다 96.3초 길었으며, 재의 길이는 6개 등급간 차이가 크지는 않았으나, 4DP가 다소 길게 나타났다. 이는 Leupi 등 (1991)이 밝힌 재가 떨어지는 길이는 권관부에 충전되는 각초의 양과 무기금속 염류 등이 재의 길이를 길게 하는데 효과적으로 작용하는 것으로 알려진 결과와 유사하였다. 잎담배 내에 주로 존재하는 무기염류로써는 potassium, calcium, magnesium, sodium salts 등이 있으나, 이중 potassium salts와 같은 알카리 금속염은 연소성을 강화하고, 연소 온도와 연소 후 재의 형태를 좋게 하는 수렴성과 큰 상관성을 가진다고 보

고하였다(Thomas W 등, 1989 ; Ralph T. W. 등, 1979). 반면 연소성을 지연시키고 연소시 재를 수축시키므로, 재의 고정에 물리적 이탈 현상을 강화시키는 성분으로는 calcium salts 등이 있다고 보고하였다(Liu 등, 2003 ; Vicki 등, 2003).

Table 3과 같이 황색종 4DL과 버어리종 4DP의 potassium 함량이 가장 높았으며, 앞의 설명에서와 같이 자연식 재떨어짐의 길이도 가장 길게 지속되는 것으로 나타났다. 강제식 재떨어짐(FADL)도 PADL과 같이 권관부에 충전되는 각초의 양과 무기염류의 함량에 영향받아 유사한 경향을 나타냈다. 또한 재의 중량은 황색종 버어리종 모두 상·본엽보다 중·하엽에서 각각 13%와 7%가 생성량이 많았다. 팽화각초(ET)의 전충량은 1BO에 비하여 46%, 주맥은 27%가 각각 감소하여 PADL과 FADL에 대한 재의 지속길이가 짧아지는 것으로

Table 4. Comparison of the combustion characteristics on the cigarette fire drop out for Flue cured, Burley and other cigarettes

Type	Grade	SBR		PBR		PAD (T, L)		FAD (T, L)		Ash weights (mg)
		(sec)	(mm/min)	(sec)	(mm/min)	(sec)	(mm)	(sec)	(mm)	
Flue -cured	4AOR	444.3	4.05	363.1	4.96	420.8	25.4	126.4	6.1	0.050
	3BO	425.8	4.23	353.0	4.62	411.6	24.1	111.5	5.6	0.049
	1BO	490.9	3.67	382.4	5.02	514.2	24.9	131.6	5.9	0.046
	1CI	387.0	4.65	297.0	6.06	315.9	22.7	101.8	5.2	0.041
	3DL	387.9	5.33	242.1	7.43	316.4	24.3	80.2	5.8	0.060
	4DL	335.0	5.37	230.5	7.81	339.6	26.1	85.7	6.3	0.062
Burley	4AT	389.6	4.62	257.9	6.98	317.1	24.3	91.0	6.6	0.055
	3BT	338.6	5.32	219.0	8.22	271.6	23.7	102.8	6.8	0.059
	1BT	307.7	5.85	226.1	7.96	288.7	23.3	80.1	6.1	0.057
	1CW	292.9	6.60	207.3	8.68	232.8	23.9	75.4	6.4	0.051
	3CW	288.0	7.79	141.4	12.73	170.3	23.6	69.6	6.8	0.057
	4DP	256.7	8.71	160.2	11.24	185.5	24.4	75.0	7.5	0.074
Others	E.T	197.5	10.23	110.6	14.58	150.7	18.6	61.4	3.8	0.026
	ES	324.6	5.69	256.4	7.92	320.3	25.2	67.9	4.9	0.037
	R.T	230.8	7.80	171.7	10.48	252.6	23.8	92.0	5.1	0.059

T : time, L : length.

나타났다. 판상엽은 천연 일담배 조직을 강압적으로 고해 시켜 재구성한 담배이므로 조직의 치밀도나 구성성분의 조성이 본래 엽과는 달라서, PADL과 FADL 측정결과 황색종보다 수치가 짧게 나타난 것으로 생각된다.

3. 국내·외산 제품담배의 연소속도 및 재떨어짐 시간

국내에서 시판되고 있는 국내외산 제품담배들의 SBR과 PBR을 측정된 결과를 Fig. 3에 도시하였다. SBR에 비하여 PBR의 연소속도가 큰 것으로 나타났는데, 이는 PBR법은 17.5 ml/sec을 2초간 흡입하므로, 흡입하지 않는 자연적 SBR에 비해 크게 나타난 것으로 판단된다. 또한 SBR에 대한 PBR의 증가율은 일반형(regular type) 담배가 14.3%이었고, 초슬림형(super slim type) 담배는 21.3%로 나타나 초슬림형 담배가 공기흡입(puffing)에 대한 영향을 더 많이 받는 것으로 나타났다. 공기가 17.5 ml/sec의 유량으로 2초간 흡입되며 공기회석이 되지 않는다는 가정에서 원주가 24.5m인 일반형 담배의 공기흐름 속도는 36.6 cm/sec이며, 원주가 17m인 초슬림형 담배의 흐름 속도는 76.1 cm/sec이다. 이로부터 이론적으로 계산된 초슬림형 담배의 흐름속도는 일반형 담배보다 2배 이상되는 것을 알 수 있다. 이러한 켈런 원주의 감소가 켈런으로 유입되는 공기의 흐름속도를 크게 증가시켜 주게 되어 일반형 담배의 PBR보다 초슬림형 담배의 PBR 증가율이 더 큰 것으로 판단된다. 그러나 연소속도 실험에서 측정된 PBR 값이 2배 이상되지 않는 것은 공기흡입시간(puffing time)이 2초로 한정되어 있을 뿐만 아니라, 비연소 구간의 켈런지름을 통한 공기유입 및 필터 부에서의 공기회석에 의한 공기 유입속도의 변화로 인하여 PBR 수치가 영향을 받기 때문으로 생각된다. 또한 초슬림형 담배의 SBR이 일반형 담배에 비하여 큰 것은 켈런의 외형적 형태에 따른 것으로 이는 켈런의 각초량과 굵기가 일반형 담배에 비하여 작은 초슬림형 담배가 켈런의 연소에 구조적으로 더 유리하기 때문에 초슬림형 담배의 SBR이 일반형 담배에 비하여 빠른 것으로 판단된다. 즉 원주가 큰 담배가 작은 담배보다 단면

심층부에 불연소 면적이 커지게 되며, 원주가 적을수록 외부의 산소침투가 용이하여 잘 혼합됨으로 연소량이 증가하게 된다. 또한 각초 부에 조연제 물질의 첨가량이 높을수록 연소성을 증가시키는 요인이 될 수 있다. Fig. 3에 타르의 함량에 따라 분류한 제품담배 시료군의 SBR 및 PBR 측정결과를 도시하였고, 그 결과 1 mg과 3 mg 시료의 SBR 및 PBR이 5 mg 시료 군의 연소 속도에 비하여 큰 것을 알 수 있다. 이는 1 mg 및 3 mg 시료군이 담배의 저타르화에 따라 타르함량이 일반 황색종 및 버어리종보다 낮고 연소속도가 빠른 저비중엽인 팽화각초, 팽화주맥 및 판상엽 등의 엽을 많이 사용하여 연소 속도가 빠른 유형을 나타낸다고 하였다(김대종 등, 1997 ; 김병구 등, 1996). 국내, 외산 제품 담배 중 1 mg 시료 군에서는 국산 담배인 T-1이 외산 L-1 및 D-1에 비하여 SBR은 큰 차이를 보이지 않았으나, PBR이 느려지는 것으로 나타났다. 제품의 PBR은 SBR에 비하여 엽배합, 켈런지, 필터 등의 여러 인자들로부터 각기 다르게 영향받아 나타나는 현상으로 판단된다. 그러나 국산 제품으로만 구성된 2~3 mg 시료에서는 1 mg 시료군에 비하여 SBR은 작으나 PBR은 큰 것으로 나타났다.

이러한 결과는 SBR이 엽배합과 전총량에 의해 크게 영향을 받는 것에 비하여 PBR은 엽배합 뿐

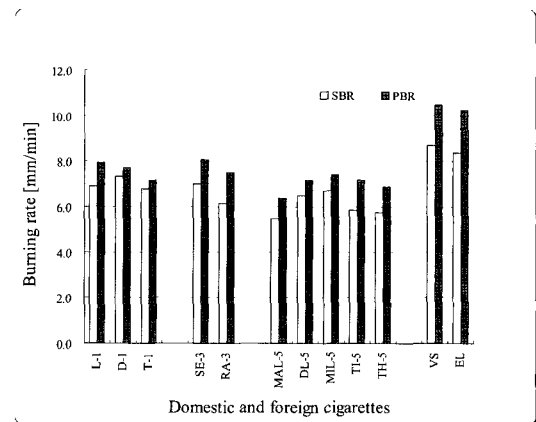


Fig. 3. Static and puffed burning rates on domestic and foreign cigarettes with respect to the tar delivery level.

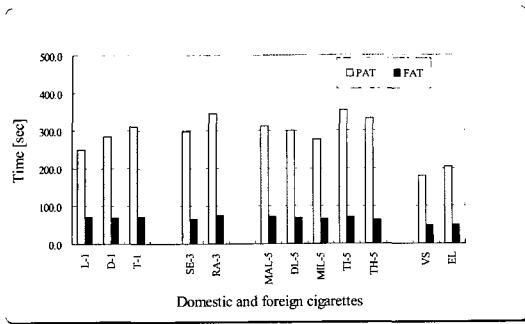


Fig. 4. Puffed ash-drop time(PADT) and forced ash-drop time (FADT) on domestic and foreign cigarettes with respect to the tar delivery level.

만이 아니라 공기흡입(puffing)에 영향을 주는 담배 자체의 구조적 형태와 켈런지, 필터권지 및 필터재료 등과 같은 재료품들의 고유한 특성에 의해 복합적으로 영향을 받는다는 것을 알 수 있다.

Fig. 4 및 Fig. 5에는 흡입식 및 강제적 재떨어짐 시간 및 길이에 대한 분석 결과를 각각 나타냈다. 이 결과 재떨어짐 시간에서는 초슬림형 담배가 일반형 담배에 비하여 빠른 것으로 나타났다. 일반적으로 담배를 연소시킬 때 재떨어짐이나 재의 휘어짐 현상이 관찰되는데 이러한 현상은 담배의 외형적 굵기와 재의 굵기에 따라 크게 영향을 받는 것으로 알려졌다(Thomas 등, 1989). 이에 따라 재의 외형적 굵기가 작아 재의 강도가 일반형 담배보다 약해짐으로써 초슬림형 담배의 재 휘어짐이나 떨어짐이 빨라진 것으로 판단된다. 또한 강제적 재떨어짐 시간도 초슬림담배의 재떨어짐 시간이 일반형 담배에 비하여 빠른 것으로 나타났는데, 이 역시 재의 외형적 굵기에 따른 재의 강도 차에 의한 것으로 생각된다.

국내·외산 제품담배의 흡입식 재떨어짐 시간은 초슬림형 담배뿐만 아니라 타르의 함량이 1 mg 와 5 mg인 시료 군에서도 국산 담배재의 휘어짐 및 재떨어짐 시간이 외산보다 다소 더 길어져 양호한 것으로 나타났다. 초슬림형 담배의 경우 외산인 VS보다 국산 담배인 EL의 흡입식 재떨어짐 시간이 14% 긴 것으로 나타났다. 타르 함량 1mg 의 시료구에서는 외산 L-1보다 국산 제품담배 T-1이 25% 긴 것으로 나타났으며, 타르 함량이

5mg인 시료구에서는 국산 제품담배인 TI-5가 외산인 MIL-5와 DL-5에 비하여 각각 28%와 18% 더 긴 것으로 분석되었다. 제품담배의 경우도 단엽 켈런에서와 같이 전충량과 엽배합 비에 따라 크게 영향받을 수 있을 것이다. 또한 국산의 경우 주맥이나 팽화각초 등의 배합비를 낮추고, 원료가 공 단계에서 품질의 정밀성을 유지하기 위해 최선을 다하기 때문이며, 외산의 경우는 원료단가를 낮추기 위한 수단으로 팽화각초 및 주맥 등과 같이 재 떨어짐에 영향을 주는 원료를 많이 배합하기 때문으로 판단된다.

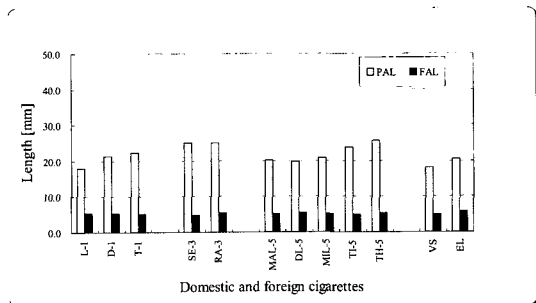


Fig. 5. Puffed ash-drop length(PADL) and Forced ash-drop length (FADL) on domestic and foreign cigarettes with respect to the tar delivery level.

결 론

종래 켈런의 일반적 품질수준은 물리성과 원료 배합비에 의한 연기성분들과 키크미 요소를 위주로 하여 평가하는 수단을 사용하였다. 그러나 현재의 흡연 형태는 덜 해롭고 환경이나 화재에 안전한 담배가 요구되는 상황이다. 그러므로 흡연 시 켈런의 양호한 연소형태와 재와 불씨 떨어짐에 대한 여러 원인을 분석하고 구명하여, 제품에 적용함으로써 이를 개선할 수 있는 방법을 찾아야 할 것이다. 황색종, 버어리종 및 기타 품종으로 제조한 단엽 켈런과 국내 외산 제품에 대한 자연식 및 흡입식 연소성과 강제식 재떨어짐을 측정하여, 이와 관련된 요인들을 분석한 결과는 아래와 같았다.

1. 연소성에 영향을 주는 요인은 권관부 내에 충

- 진되는 각초의 중량에 따라 크게 영향을 받았으며, 황색종 상·본엽에서는 4AOR이 1BO보다 각초 중량이 62 mg 적으므로 연소 속도와 길이가 각각 46.6초와 10% 빨라짐을 보였다.
2. 단엽 잎담배에 당류나 염소, 회분, 무기염류 등의 함량이 연소형태와 관련성이 높았다. 황색종 4DL은 당 함량이 가장 많은 1CL보다 자연 연소속도가 52초 빨랐고, 강제식 재떨어짐은 21% 길게 유지됨을 나타냈다.
 3. 팽화각초와 주맥은 연소시간과 속도는 빨랐으나, 재의 수렴성은 불량하였다. 흡입식 재떨어짐의 길이는 각각 18.6 mm와 25.2 mm이었으며, 강제식 재떨어짐 길이는 3.8 mm와 4.9 mm로 타 품종보다 짧게 나타났다.
 4. 일반형 담배의 PBR은 SBR 보다 14.3%, 초슬립형은 21.3%가 빨랐다. 국내 외산 제품간 비교는 타르 함량에 따라 켈런의 체제를 각기 달리하므로 서로 다르게 나타났다. 저타르제품 담배일수록 연소속도는 빨랐으나 PADL, FADL의 길이는 다소 짧아져 불리하게 나타났다.

참 고 문 헌

- James, L. H. and Jamet, P. W. (1974) Location and description of processes occurring in the vicinity of the fire cone of cigarettes. *R.J.R Document* 50060 6556-88.
- James, L. H. (1984) Project proposal for fire cone fallout. *R.J.R Document*. 501182 8576-77.
- Leupi, J. Stangl, G. Hamm, J. Koch, C. Pudritz, S. J. Woodward, I. Zeislmeier W. and Scharp C. (1991) Cigarette ash improvement appearance/stability. *R.J.R Tobacco G.M.B.H Document* 51144 2666-78.
- Liu C. and Parry A. (2003) Potassium organic salts as burn additives in cigarettes. *Beitr. zur Tabakforschung International* V.20(5) : 341-347.
- Ralph, T. W., Jr. Kemmeth, L. R. (1979) Determination of the amount of various cations in cigarette ash samples by atomic adsorption spectrophotometer. *R.J.R Document*. 50060 8245-55.
- Thomas, W. and Peterson, F. S. (1989) Effect of alkali on adhesion and sintering of refractory minerals : application to cigarettes ash characterization. *Department of Chemical Engineering university of Arizona*.
- Vicki, L. B., Donald, E. M., Ramesh, K. S., Michael E. T., W. Geoffrey C. and Mohammad, R. H. (2003) Physical characterization of the cigarette coal: part 1 smolder burn. *J. Anal. Appl. pyrolysis* 68-69 : 443-465.
- 김대중, 송태원, 이문수, 제병권 (1997) 제지식 판상엽으로 제조된 켈런에서 연소점 온도 내림이 CO의 생성과 이행에 미치는 영향. *한국연초학회지* 19(1) : 64-69.
- 김병구, 김기환, 정한주, 이경구, 이태호 (1996) 잎담배의 팽화방법에 따른 팽화율 및 내용성분 특성. *한국연초학회지* 18(1) : 76-84.
- 김상범, 정기택, 조수현, 김용규 (2003) 연산별 황색종 가공엽의 화학성분 함량 및 편차분석. *한국연초학회지* 25(1) : 20-26.
- 김상범, 복진영, 안대진, 이종율 (2003) 연도별 버어리종 가공엽의 화학성분 함량 및 편차. *한국연초학회지* 25(2) : 95-102.
- 김정화, 김영호, 외 6인 (1997) 담배연구의 최근동향 7-357.
- 김찬호, 김정화, 변주섭, 이광선, 이태호 (1987) 담배과학총설. 545-572, 615-697.
- 김찬호, 나효환, 박영수, 한상빈, 이문수, 이운철 (1991) 담배성분 분석법(한국인삼연초연구소) 19-311.
- 정기택, 안대진, 이종율, 제병권 (2004) 황색종 잎담배의 숙성기간이 색상, 화학성분 및 끄미에 미치는 영향. *한국연초학회지* 26(1) : 27-34.