

저부류연 쉐련지의 이화학적 특성과 주·부류연 연기성분 이행특성

김수호 · 고동균 · 임희진 · 신창호 · 이영택 · 김정열 · 이동욱 · 김종열*
KT&G 중앙연구원
(2005년 5월 30일 접수)

A Physico-chemical Characteristics of Low Sidestream Cigarette Papers and the Delivery Patterns of Mainstream and Sidestream Smoke

Soo-Ho Kim, Dongkyun Ko, Heejin Lim, Chang-Ho Shin, Young-Tack Lee, Chung-Ryul Kim, Dong-Wook Lee and Jong-Yeol Kim*
KT&G Central Research Institute
(Received May 30, 2005)

ABSTRACT : This study was conducted to evaluate the effect of additives in low sidestream cigarette papers, such as $Mg(OH)_2$, TiO_2 and KH_2PO_4 , on the delivery of mainstream and sidestream smoke. From the analysis of tar and nicotine in sidestream and mainstream smoke, the delivered ratios of tar and nicotine by sidestream to mainstream smoke in common cigarette paper were 5.32 and 8.60, respectively. However, the delivered ratios of those of the paper containing $Mg(OH)_2$ were 2.25~3.23, 4.86~7.14, $Mg(OH)_2$ and KH_2PO_4 were 2.12~2.92, 4.67~6.89, TiO_2 was 3.21, 7.51 respectively. The deliver patterns of semi-volatile components in the cigarettes were similar each there, but a slight different pattern in the amount was observed depending on the kinds of compounds added in cigarette papers. In the cigarettes made of $Mg(OH)_2$ added paper, the aromatic components such as benzene, toluene and phenol were generated more while the aliphatic components like neophytadiene, ethyl decanoate were delivered less than the cigarettes made of common cigarette papers. However, the cigarettes manufactured with $Mg(OH)_2$ and KH_2PO_4 added paper showed an opposite trend. The cigarettes made of TiO_2 added paper showed relatively low delivery in the most compounds measured. In sensory evaluation, cigarette papers tested were noticed a distinguishable sensory character between the low sidestream smokes with additive cigarette papers except TiO_2 added one. Moreover, aroma patterns detected by a electronic nose system in TPM were a similar tendency.

Key words : cigarette paper, pyrolysis, semi-volatile, electric nose

담배는 기호품중의 하나이지만 환경 중의 담배 연기(environmental tobacco smoke, ETS)로 인하여 비흡연자가 간접흡연을 하게 되므로 최근 들

어 간접흡연자의 권리보호 움직임이 금연 운동의 확산과 더불어 사회적인 큰 이슈가 되고 있다. 이런 환경에 처하게 된 대표적 이유로는 흡연과 건

*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

강 간에 어떤 관련성이 있다는 여러 문헌의 추론을 들 수 있다(report, 1985). 흡연함으로써 발생되는 담배 연기는 담배 필터를 통과하여 입으로 전달되는 주류연과 필터를 통과하지 않고 발생되는 부류연으로 구분 할 수가 있으며, 부류연은 대부분 흡연사이의 자연 연소상태에서 주로 발생되는 것으로 알려져 있다(Hample *et al*, 1999).

부류연은 켈련의 구조와 잎담배 배합, 켈련지 특성 등에 따라 발생량이 좌우된다고 볼 수 있으며, 가시상(small liquid droplets)과 비가시상(gaseous molecules)으로 구성되어져 있다. 금연 운동론자들은 흡연자들이 흡연하여 발생시키는 부류연의 가시적 성상 화합물과 담배의 향 및 발생량에 대하여 혐오감을 갖고 있으며, 이를 규제하고자 흡연장소 지정 및 공공장소 금연 등을 권장하였고, 더 나아가 국제적 조직으로 발전하여 법으로 제정을 요구하고 있는 추세이다(Hample *et al*, 1999).

담배재료품 중 하나인 켈련지를 통하여 부류연을 감소시킬 수 있는 방법으로는 단일(single wrap) 또는 이중 켈련지(double wrap)를 사용하는 두 가지 방안을 들 수 있는데 이중 켈련지를 사용하는 것이 더욱 효과적이라고 알려져 있으나, 현재 국내에는 이중 켈련지를 이용하여 담배제품을 생산할 수 있는 시설이 없는 실정이다.

특히 부류연 감소를 위해 사용되어지는 단일

켈련지(이하, 켈련지)에 대한 정보가 국내적으로 매우 미진한 상황이다. 그러므로 켈련지에 의한 부류연의 이행특성을 파악하고자 개발되어진 저 부류연용 켈련지를 수집하여 켈련지의 이화학적 특성 및 열분해 산물을 비교하고자 하였으며, 또한 이들 켈련지를 제품에 적용하여 주·부류연의 이행특성을 고찰하고자 이 실험을 수행하였다.

재료 및 방법

열분해 화합물 분석

켈련지를 열분해 하기전 30 초 동안 He gas로 purge한 후 Double-shot pyrolyzer 20020ID로 0.1 분간 400 및 600℃에서 열분해 시키고 분해 산물을 GC/MS로 분석하였다. 이때 사용한 열분해 장치로는 일본 Frontier Lab사 열분해기, GC/MSD는 HP6890/HP5973B모델을 사용하였으며, GC/MS의 column은 DB-5 fused silica capillary (30 m x 0.2 mm ID)을 사용하여 50℃에서 3 분간 유지한 후 2℃/min.로 250℃까지 승온하였다. 이때 injector 및 interface의 온도는 250℃, ionization voltage는 70 eV로 하였고, He 유량은 1.0 ml/min., 열분해장치에 이용된 시료의 주입량은 0.1 mg, split mode(split ratio = 100:1)로 하였다. GC/MSD 분석을 통해 mass spectrum을 얻은 후 HP6890 chemstation data system에 의한 library 검색 및

Table 1. Physical properties of filter and cigarette manufactured for this study

	Filter					Cigarettes		
	Tow denier(d)		Pressure drop (mmH ₂ O)	Plug wrap(cu)		Tip paper porosity (cu)	EPD (mmH ₂ O)	VR (%)
	Ace part	Added AC part		Inner	Outer			
C ¹⁾	2.5/45K	3.3/35K	410	6,500	26,000	500	150±3 ³⁾	48±2
S1 ²⁾	2.5/45K	3.3/35K	410	6,500	26,000	500	150±3	48±2
S2	2.5/45K	3.3/35K	410	6,500	26,000	500	150±3	48±2
S3	2.5/45K	3.3/35K	410	6,500	26,000	500	150±3	48±2
S4	2.5/45K	3.3/35K	410	6,500	26,000	500	150±3	48±2
S5	2.5/45K	3.3/35K	410	6,500	26,000	500	150±3	48±2

* 1) C: Control, 2) S: Sample, 3) ±: Sorting range

문헌상의 mass spectral data와의 비교를 통해 각 성분을 동정하였다.

필터 및 담배 제조, 선별 조건

본 시험에 사용된 각초 및 재료품에 대한 물리적 특성은 Table 1과 같다. 담배를 제조한 후 CORESTA 조건으로 설정되어 있는 항온 항습실에서 켈런을 조화시킨 후 선별하여 실험에 사용하였다. 켈런지에 의한 저 부류연 효과 분석을 위해 켈런지를 제외한 모든 재료는 동일한 물성의 재료와 각초를 사용하여 시제품을 제조하였다. 현재 이용되고 있는 타임제품의 재료품과 각초를 동일하게 이용하였고 종류가 다른 켈런지를 변화시켜 시제품을 제조하였다.

제조담배의 연기성분 분석

선별된 필터와 각초부를 connector로 연결 한 후 CORESTA 표준조건에 따라 조화(22 ± 2°C, 상대습도 60 ± 3%)한 후 자동흡연장치(Heinrborgwaldt, RM20)를 이용하여 CORESTA 표준조건하에서 연소시켜 전 연기응축물 이행량을 분석하였으며, semi-volatile fraction 화합물은 이미 발표된 논문(Kim 등, 1997)을 이용하여 상대적인 이행량으로 분석하였으며, 부류연 분석은 CORESTA에서 추천한 방법(Recommended Method No. 54)으로 분석하였다.

전자코에 의한 냄새 패턴 비교

켈런지 종류별로 제조된 담배 1 본을 CORESTA 표준방법으로 TPM을 포집하여 냄새패턴을 비교 분석하였으며, 이때 설정한 샘플 포집방법 및 전자코 분석조건은 아래에 나타내었다.

- 기기 및 샘플포집

- 기기 : Fox 4000(Alpa MOS사, France)-Metal oxide Sensor 18ea
- 시료 : 담배 6 구(C, S1, S2, S3, S4, S5)
- 샘플포집 : 담배 1 본을 태운 cambridge filter를 전자코 분석용 20 ml 바이알에 넣은 시료를 각각 20개씩 제조하여 그 시료를 전자코 분석에 사용

- 분석조건 :

- Incubation time for headspace generation : 30 min.
- Incubation temperature for headspace generation : 40°C
- Injection Volume : 1000 µl
- 최적화로 전자코 센서 18 개중 3 개 적용

결과 및 고찰

켈런지의 이화학적 분석

각 켈런지회사로부터 수집된 5종의 켈런지에

Table 2. Contents of major components in cigarette papers.

Sample Name		C	S1	S2	S3	S4	S5	
Burn additives	(%)	0.6	0.6	1.6	3.3	3.8	8.0	
Filler	CaCO ₃	(%)	30.7	28.1	35.8	28.4	33.1	28
	Mg(OH) ₂	(%)	nd	6.9	7.1	3.9	19.3	nd
	KH ₂ PO ₄	(%)	nd	nd	5.2	4.7	nd	nd
	TiO ₂	(%)	nd	nd	nd	nd	nd	4.0
Porosity	(cu)	40.0	11.3	10.1	14.3	10.7	6.2	
Basis weight	(g/m ²)	25.3	30.8	30.5	42.3	40.5	46.2	
Thickness	(µm)	31.6	33.9	33.9	64.7	58.5	54.6	
Combustibility	(sec/15cm)	54	77	80	90	86	83	

대해 분석한 결과를 Table 2에 나타내었다. 백색도와 불투명도를 위해 사용되어지는 calcium carbonate의 함량은 28에서 35% 내외로 분석되었다. 그러나 저부류연 켈런지 2 종(S2, S3)에서는 연소성을 낮추기 위해 사용되는 mono basic potassium phosphate(KH₂PO₄)가 4.7~5.2%까지 첨가된 것으로 분석되었는데 이는 Hample(1999)과 Baldwin(1993), Seligman(1999) 등이 발표한 부류연 발생량과 자연연소 속도와와의 관계에서 볼 수 있듯이 자연연소 속도가 빨라짐으로서 부류연발생량은 높아지기 때문에 연소 지연제인 KH₂PO₄ 화합물을 첨가한 것으로 생각되어진다.

켈런지의 충전제 중에서 magnesium hydroxide [Mg(OH)₂]는 4 종(S1~S4)의 켈런지에서 3.9~19.3% 범위로, S5 켈런지에서는 titanium oxide (TiO₂)가 4.0%로 분석되었다. 이런 종류의 충전제는 약 350~400°C에서 비표면적이 커져서 흡연 후 발생하는 부류연중 눈에 보이는 큰 분자를 내포하고 있다가 combustion zone에서 재연소과정을 통해 눈에 보이지 않는 작은 분자로 분해되는 완전연소가 일어나는 것으로 알려져 있다(Baker, 1985; Hample *et al.*, 1999).

일반적으로 사용되는 켈런지의 평량은 22~25, 기공도는 30~80인 반면 수집 켈런지의 평량은 30~46 g/m²으로 높았고, 기공도는 6~14 cu로 낮게 분석되었다. 평량을 높게 사용하는 이유는 연소로 인해 열분해된 화합물들이 켈런지의 외부로 확산되는 것을 방지하고, 응축작용의 기회가 증가되어 부류연의 발생을 줄여주기 위한 것으로 알려져 있다(Baker, 1985). 또한 켈런지의 기공도를 낮게 사용하는 이유는 기공도를 낮추면 산소 유입이 감소되기 때문에 부류연 발생속도가 감소될 뿐만 아니라 연소로 인해 생성된 화합물들이 외부로의 확산되는 현상을 감소시켜 주기 때문인 것으로 알려져 있다(Baker, 1985; Hample *et al.*, 1999).

열분해 생성물 분석

담배가 연소할 때의 온도는 약 950°C까지 도달하게 되며 이온도에 도달하기 전 증류와 열분해가 일어난다. 열분해로 생성되는 켈런지 분해 산

물들의 생성량과 분포 비는 정확히 알려져 있지 않으나, 켈런지의 주요성분인 cellulose, hemicellulose, pectin 그리고 lignin만 하더라도 열분해 과정에서 수많은 화합물들이 생성되는 것으로 연구 발표 되어있다(Schlottzhauer, 1985). 그러나 많은 양을 포함하고 있는 셀룰로오스의 열분해 메카니즘에 대한 개개의 반응 성질과 정도 조차도 알려져 있지 않음 뿐만 아니라 충분히 정의되어 있지 않다. 대부분의 반응은 1차와 2차 반응으로 분류할 수 있다. 셀룰로오스 기질은 직접적으로 분해되면서 생성되는 1차 반응과 분해된 후 중간체의 생성물을 거치는 2차 반응으로 구분하고 있다. Shafizadeh(1968)에 의하면 2차 반응은 중간체 생성물인 levoglucosan을 거쳐 복잡한 메커니즘으로 열분해되는 것으로 알려져 있다.

Fig. 1에는 0.1 mg의 시료를 열분해 하기전 30초 동안 He gas로 purge한 후 Double-shot pyrolyzer 20020ID로 0.1 분간 400°C에서 열분해시켜 분석한 total ion chromatogram(TIC)을 나타내었다. GC/MS로 주요한 peak 15 종의 화합물을 확인할 수 있었고 TIC profile에서 보는 바와 같이 매우 유사한 패턴으로 분석되어졌다. 이는 모든 켈런지에 함유된 cellulose, hemicellulose, lignin, pectin등이 주 내용성분이 비슷하기 때문인 것으로 알려져 있다(Kim 등, 1999; Sakuma *et al.*, H. T., 1980).

켈런지 종류별 열분해 profile 패턴을 비교하기 위해 일반 켈런지(C)로부터 생성된 화합물의 peak area에 대해 100%로 산정하고, 저부류연 켈런지(S1~S5)로부터 생성된 열분해 산물의 peak area 값을 상대적 %로 표기하여 Fig. 2에 나타내었다. 켈런지에 충전제인 Mg(OH)₂가 첨가된 S1과 S4에서 뿐만 아니라 지연제인 KH₂PO₄와 충전제 Mg(OH)₂가 S2 및 S3 켈런지에서 각 peak area 값이 높게 분석되었다. 이는 magnesium과 potassium이 첨가되어 촉매작용으로 생성량이 증가되는 것으로 사료된다. 켈런지에 KH₂PO₄가 첨가되었을 경우는 5-hydroxymethyl-dihydrofurane-2-one 화합물이 많이 생성하였고 KH₂PO₄와 Mg(OH)₂가 함께 첨가되었을 경우는 5-hydroxymethyl-dihydrofurane-2-one와 ethyl phthalate가 많이 생성되었다. 그러

저부류연 궤련지의 이화학적 특성과 주·부류연 연기성분 이행특성

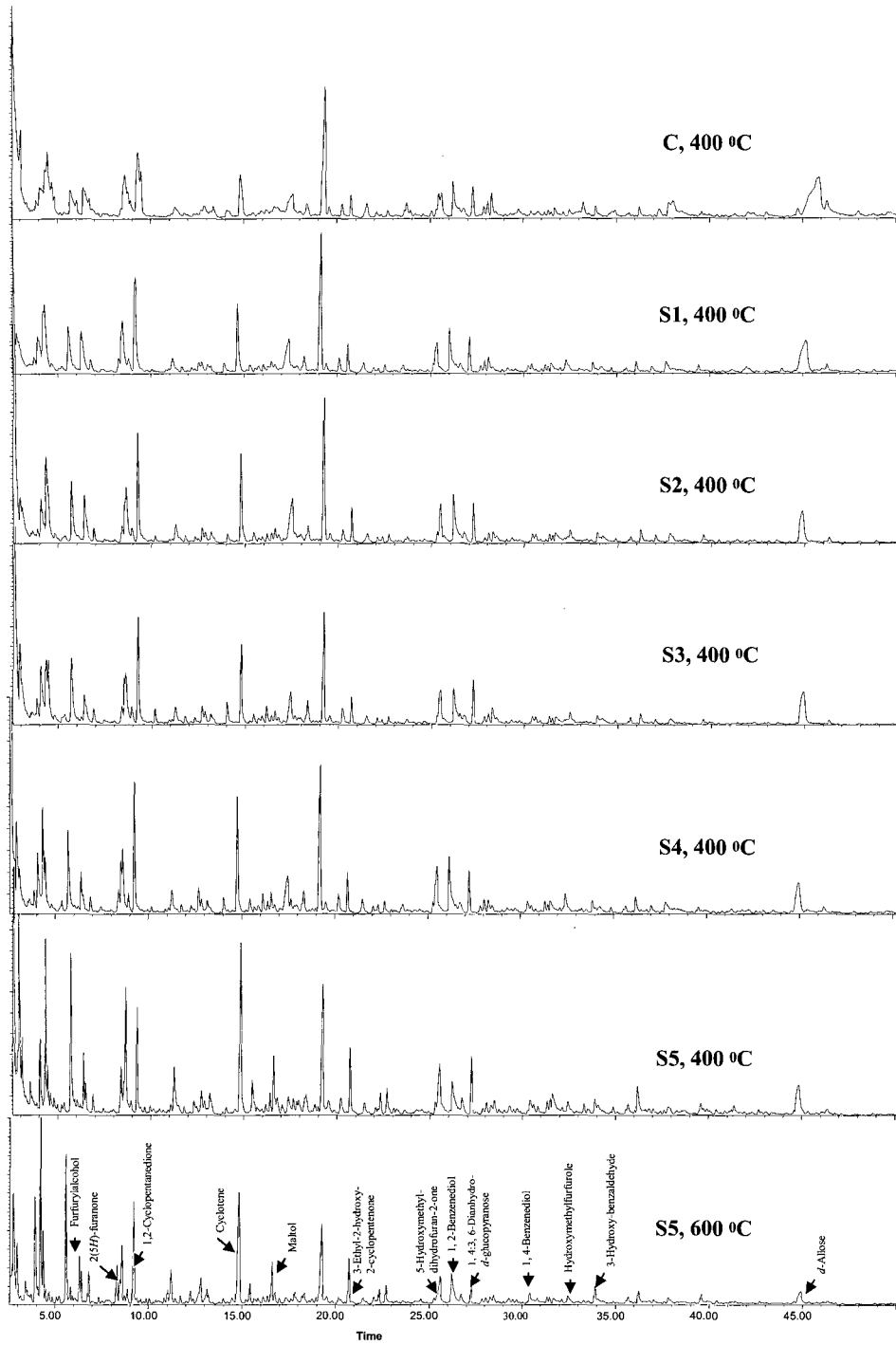


Fig. 1. TIC profile of pyrolysis for cigarette paper.

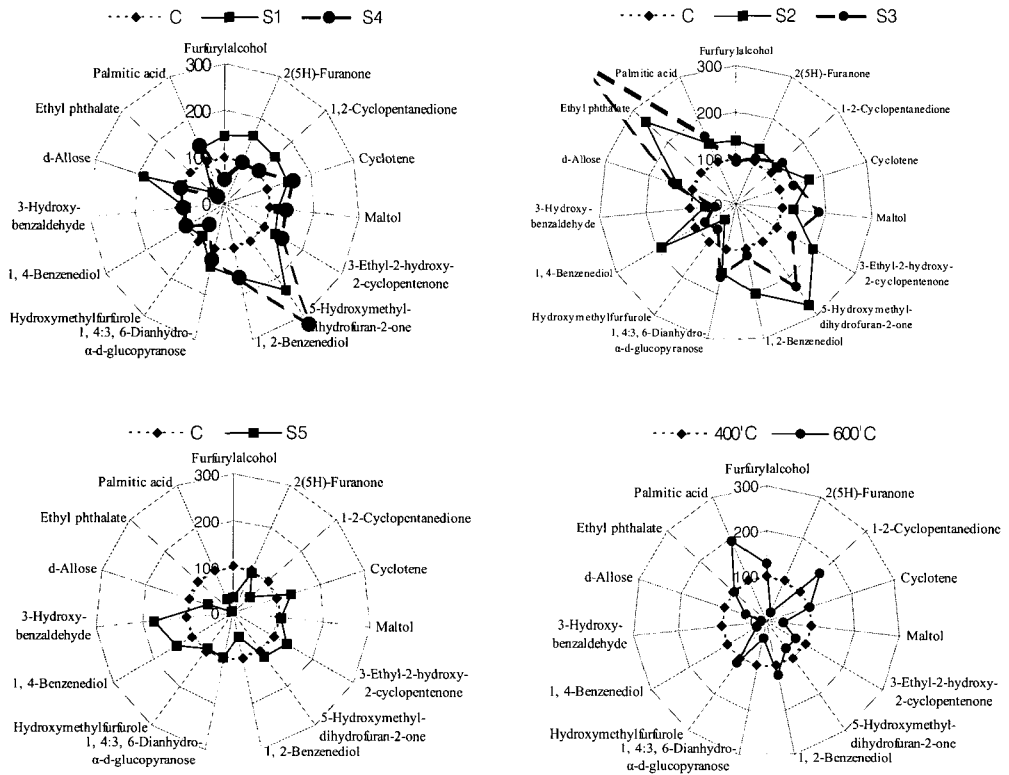


Fig. 2. Pyrolysis products of cigarette papers(in helium, 400 and 600°C).

므로 킬런지에 potassium이 첨가되었을 경우는 5-hydroxymethyl-dihydrofuran-2-one이 많이 생성되어지는 것으로 여겨지며, magnesium이 첨가되었을 경우에는 ethyl phthalate가 주로 생성되는 것으로 생각할 수 있다.

이에 비해 킬런지에 TiO₂가 첨가된 S5의 경우는 다른 패턴을 보여주었다. 이는 titanium의 촉매작용 역할이 크지 않은 것으로 볼 수 있다. 또한 열분해 온도에 따른 열분해 패턴변화를 관찰하기 위해 킬런지 S5를 400°C와 600°C에서 열분해시켜 각 온도에서 발생한 열분해 화합물을 비교하여 보았다. 열분해 온도 400°C와 600°C에 있어서 열분해 산물의 상대적 생성량은 다르게 나타났다. 600°C에는 palmitic acid와 fufurylalcohol, 1,2-cyclopentanedione 등이 많이 생성되었으나, 400°C에서는 상기 성분외에 다른 성분들이 더 많이

생성되었다. 이는 600°C에서 더 많은 연소로 인하여 매우 작은 분자들이 많이 생성되기 때문인 것으로 판단되지만 좀 더 과학적 연구가 필요할 것으로 생각된다.

연기성분의 주류연과 부류연의 이행패턴 비교

킬런지에 의한 저부류연 효과 분석을 위해 킬런지를 제외한 모든 재료는 동일한 물성의 재료와 타임제품 각초를 사용하였고, 종류가 다른 킬런지를 사용하여 시제품을 제조하였다.

제조된 담배를 CORESTA 표준조건으로 연소시켜 cambridge filter에 포집한 전 연기응축물의 이행량을 Table 3에 나타내었다. 주류연중 타르 함량은 일반 C 킬런지 제품이 5.0인 반면 저부류연 킬런지인 S1과 S2에서는 6.5와 6.6 mg/cig.으로 이행량이 높게 나타났다. 이는 킬런지의 기공도가

낮을 뿐만 아니라 연소성 저하로 흡연횟수가 증가함에 기인하는 것으로 여겨진다. S3와 S4, S5 켈련지를 사용한 제품담배의 타르 이행량은 각각 5.0, 5.2, 4.2 mg/cig.으로 분석되었다. 켈련지의 두께가 두껍기 때문에 상대적으로 각초 양이 적어지고 켈련지에 조연제 함량이 높아 현행보다 흡연횟수가 낮아 타르의 이행량이 현행과 대등하거나 낮게 분석된 것으로 여겨진다.

주류연의 타르/니코틴 이행량 비는 일반 켈련지를 사용한 제품에서는 9.6인 반면 저부류연 켈련지를 사용한 제품에서는 10.0~12.0으로 높게 나타났다. 이것은 저부류연 켈련지의 평량이 높고 두께가 두껍기 때문에 니코틴의 확산이 저하되어 주류연으로 많이 이행되기 때문이다. 일반 켈련지를 사용한 제품에서 부류연/주류연 비는 타르와 니코틴 이행량 비가 각각 5.32, 8.60으로 분석된 반면 저부류연 켈련지를 사용한 제품에서는 각각 2.12 ~ 3.23, 4.67~7.51로 나타났다. 이것은 일반 켈련지보다 타르와 니코틴의 부류연 발생 비율이 각각 39.3~60.2, 9.6~45.7% 낮게 볼 수가 있고, 앞에서 언급한 니코틴의 확산 기능의 저하로 주류연으로 많이 이행되었다. 제품 담배의 연소성을 분석하면서 육안관측 결과 일반 켈련지를 사용한 제품보다 저부류연 켈련지를 사용한 모든 제품에

서 부류연 발생량이 낮음을 알 수 있었다.

켈련지 특성에 따른 제품담배의 semi-volatile 성분들의 이행 패턴을 분석하여 Fig. 3에 제시하였다(area% of sample vs area% of ISTD ratio를 1,000으로 환산하였음. 단, nicotine은 제외).

켈련지별 주류연중의 semi-volatile 성분 이행 패턴은 일반 켈련지와 유사하였고, 확인된 각 이행 성분의 상대적 이행량은 켈련지에 첨가되는 첨가제에 따라 차이를 보이고 있다.

Mg(OH)₂가 첨가된 켈련지 S1 및 S4을 사용하여 제조된 제품담배의 이행 패턴을 보면 분자량이 작은 benzene, 2,5-dimethylfuran, 2,3-butandione, toluene, xylene 과 같은 화합물의 이행량은 일반 켈련지(C), KH₂PO₄ 및 TiO₂가 첨가된 켈련지 보다 많았다. Hample(1999)의 연구 결과에 의하면 켈련지에 Mg(OH)₂ 첨가에 의한 부류연 감소는 흡연시 연소온도의 증가로 Mg(OH)₂가 MgO로 산화되면서 비표면적이 증가되며 연소시 발생하는 화합물을 1차 흡착하게 된다. 이 흡착된 화합물은 다시 연소온도 증가로 재 연소하게 되어 보다 작은 분자로 분해됨으로써 부류연을 감소시키게 된다고 설명하고 있다. 그러나 MgO는 macro pore (22~25 Å)가 발달되어 있기 때문에 연소중 발생하는 작은 분자량의 화합물을 흡착하기 어려우며,

Table 3. The change of smoke delivery between mainstream and sidestream smoke according to cigarette papers.

Content	unit	C		S1		S2		S3		S4		S5	
		MS ¹⁾	SS ²⁾	MS	SS	MS	SS	MS	SS	MS	SS	MS	SS
Tar	mg/cig.	5.0	26.6	6.5	14.6	6.6	14.0	5.0	14.6	5.2	16.8	4.2	13.5
Nicotine	mg/cig.	0.52	4.47	0.64	3.11	0.66	3.08	0.50	3.43	0.50	3.57	0.35	2.63
CO	mg/cig.	6.0	-	12.2	-	12.4	-	7.7	-	8.7	-	7.6	
Puff No.		8.1		9.4		9.5		7.3		7.6		6.0	
Tar/Nicotine ratio		9.6		10.2		10.0		10.0		10.4		12.0	
SS/MS Tar ratio		5.32(Control)		2.25(57.7%)		2.12(60.2%)		2.92(45.1%)		3.23(39.3%)		3.21(39.7%)	
SS/MS Nic. ratio		8.60(Control)		4.86(43.5%)		4.67(45.7%)		6.86(20.2%)		7.14(20.2%)		7.51(9.6%)	

1) MS: mainstream smoke, 2) SS: sidestream smoke

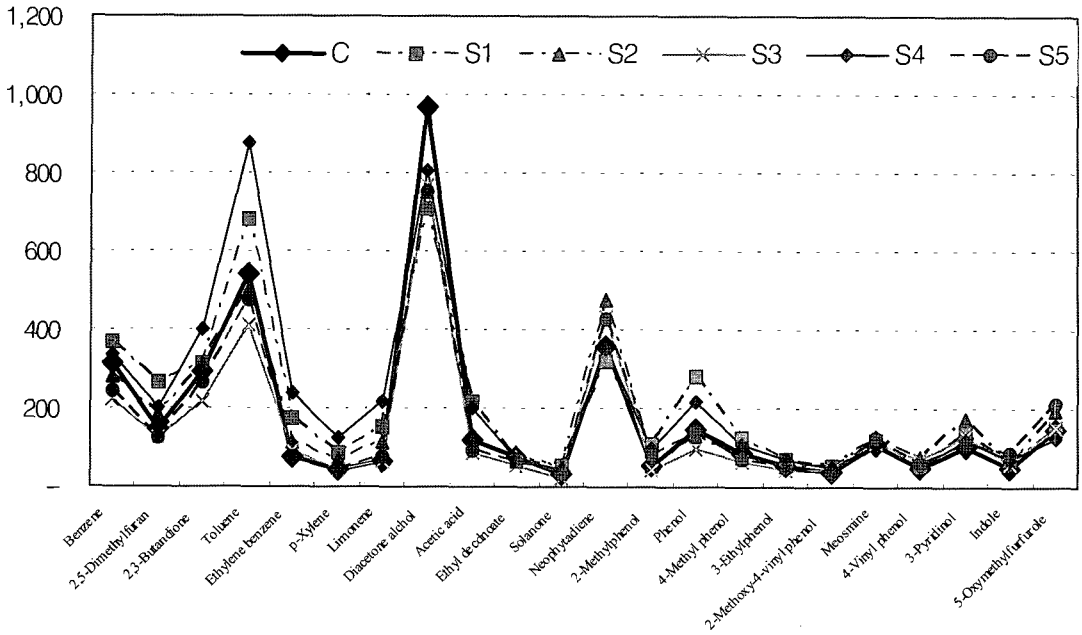


Fig. 3. Comparison of semi-volatile components in cigarette mainstream smoke with cigarette papers(ISTD ratio x 1,000, except nicotine).

Mg(OH)₂가 MgO로 산화될 때 발생하는 열량으로 연소 온도가 상승하게 되어 연소시 benzene이나, toluene 및 phenol과 같은 aromatic 화합물이 많이 생성되게 되어 이행량이 상대적으로 많게 나타낸다(Sharma *et al*, 2002). 이에 반해 KH₂PO₄가 첨가된 S2 및 S3 제품은 연소 속도 지연으로 상대적 연소량이 적어 이행량이 적게 나타나며, TiO₂가 첨가된 제품담배의 semi-volatile 화합물 이행은 다른 켈런지에 비하여 적게 이행되었다. 이는 TiO₂ 자체가 pore가 잘 발달되어 있어 연소중 흡착제 및 촉매제로 작용하여 적게 이행되기 때문인 것으로 해석된다.

관능평가 결과

저부류연 켈런지 종류별로 제조한 담배에 대해 attribute difference test 방법에 의해 흡연중 킁기 강도와 이취미, 자극성, 전체 담배맛 등의 4 항목에 대해 관능평가를 실시한 결과 저부류연 켈런지 S1~S4 제품간에는 일반 켈런지를 사용한

제품과 구분 할 수 있다는 평가결과를 얻었다. 특히 자극성 항목의 경우는 유의성 있게 분석되었다. 그러나 저부류연 켈런지 S5는 구분이 불가능하다는 평가결과를 얻을 수 있었고 전체 담배맛 또한 높은 점수 결과를 보여 주었다.

냄새패턴 비교

일반 켈런지(C)와 저부류연 켈런지들(S1~S5) 간에 냄새 패턴을 비교하기 위해 제품 담배를 CORESTA 표준 조건으로 연소시킨 후 포집된 전연기응축물의 냄새패턴 유형을 분석하여 Fig. 4에 나타내었다. 그림에서와 같이 일반 켈런지 C와 저부류연 켈런지 S1~S3 제품간의 비교에서 차이가 있다는 결과를 얻을 수 있었으며, 일반 켈런지 C와 저부류연 켈런지 S2 제품 간에 다소 중첩되는 결과가 관찰되었다. 또한 일반 켈런지 C와 저부류연 켈런지 S5 제품 간에는 가장 유사한 결과가 나타났는데 이는 관능평가와 유사한 결과로 볼 수 있다.

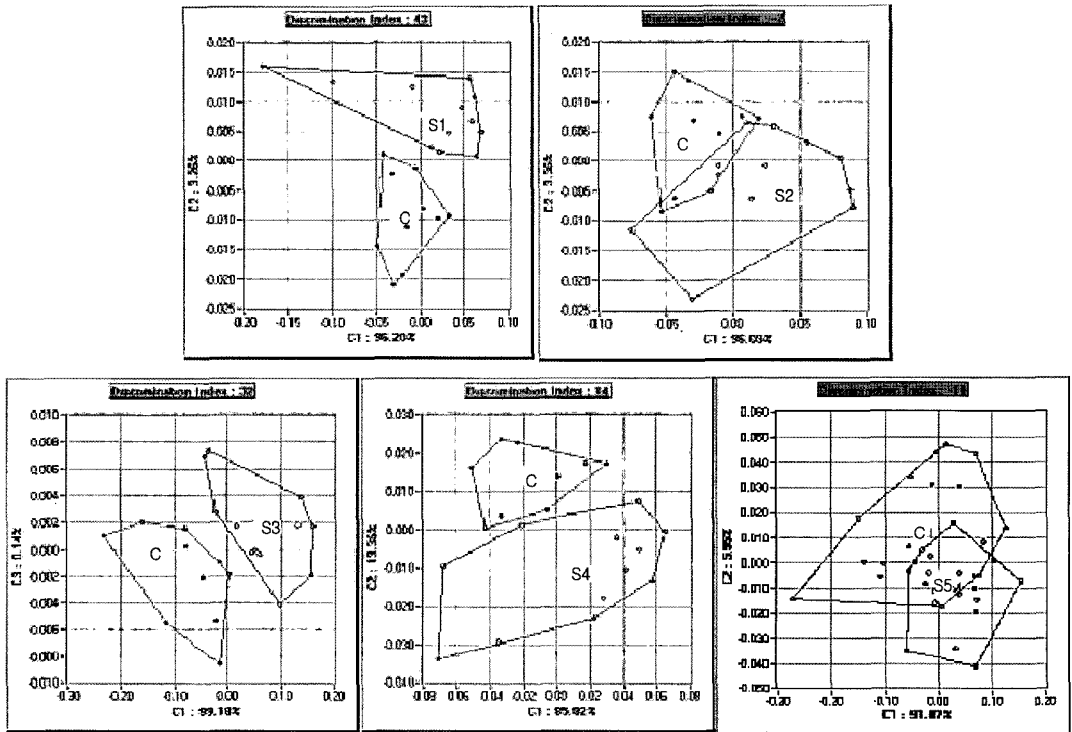


Fig. 4. The aroma pattern of principal components of TPM.

결론

부류연 감소를 위해 사용되어지는 저 부류연 쉘련지를 수집하여 이화학적 특성분석과, 비표면적, 열분해 산물을 비교하고, 이들 쉘련지를 제품에 적용하여 주부류연의 이행특성을 파악코자 하였으며, 또한 흡연자들이 맛을 구별할 수 있는지를 조사하고자 하였다.

일반 쉘련지의 평량 및 기공도는 각각 22~25 g/m²와 30~80 cu로 사용되고 있으나, 저부류연 쉘련지의 평량은 30~46 g/m²수준으로 일반쉘련지보다 높았고, 기공도는 6~14 cu로 일반쉘련지보다 낮게 분석되었다. 쉘련지 충전제 중 CaCO₃는 28~35% 함유되어 있었고, 특히 비표면적이 크다고 알려진 Mg(OH)₂가 3.9~19%, TiO₂가 4.0% 포함되어 있었다. 또한 연소 지연제로 알려진 KH₂PO₄가 4.7~5.2% 함유되어 있는 것으로 분석되었다.

쉘련지의 열분해 TIC profile 패턴은 유사하였으나, 열분해 생성물의 양은 각각 다르게 나타났으며, 첨가된 무기물의 종류에 따른 생성물 패턴은 유사하였다.

연기성분 이행량 분석을 위해 쉘련지만을 교체한 타임제품 담배를 제조하고 CORESTA 표준조건에서 연소시켜 주·부류연의 연기성분과 주류연의 semi-volatile, 주류연의 냄새패턴을 각각 분석하였다. 부류연과 주류연의 타르 및 니코틴을 분석한 결과 일반쉘련지의 부류연/주류연 타르 이행량 비율이 5.32로 분석된 반면 저부류연 쉘련지에서는 2.12~3.23으로 낮게 나타났고, 니코틴 이행량 비율도 일반쉘련지가 8.6이었지만 저부류연 쉘련지에서는 4.7~7.5로 낮게 이행되는 결과가 나타났다. 주류연의 semi-volatile 이행패턴을 분석한 결과 제품 담배의 상대적 이행패턴은 유사하였으나, 쉘련지에 첨가되는 화합물의 종류에 따라서는 상대적 이행패턴이 달라지는 경향을 보여

주었다. Mg(OH)₂가 첨가된 켈런지 제품들에서는 benzene이나 toluene, phenol류 같은 aromatic 화합물들이 많이 발생되는 반면 neophytadiene과 ethyl decanoate 등 aliphatic 화합물들이 적게 이행되었고, KH₂PO₄가 첨가된 켈런지 제품에서는 이와 반대되는 경향을 보였다. 그리고 TiO₂가 첨가된 켈런지 제품에서는 비표면적 영향과 촉매작용에 의해 대부분 화합물들이 적게 이행되는 결과를 보였다.

관능평가 결과 Mg(OH)₂와 KH₂PO₄가 포함된 저부류연 켈런지들 간에는 식별이 가능하여 켈런지에 의한 차이가 있음을 확인할 수 있었으나, TiO₂가 포함된 켈런지에서는 구분이 불가능하였다. 또한 TPM성분에 대해 전자코를 이용한 냄새 패턴 비교분석에서도 유사한 결과를 얻어 관능평가와 일치하는 경향을 나타내었다.

감사의 말씀

본 연구가 수행될 수 있도록 연구비를 지원한 (주)KT&G와 시료를 제공한 Wattens, Schweitzer-Mauduit, PDM사에 감사의 뜻을 표합니다.

참고문헌

- Baker, R. R. (1987) A review of pyrolysis studies to unravel reaction steps in burning tobacco. *J. Anal. Applied pyrol.* 11: 555-573.
- Baker, R. R. (1985) Mechanism by which the De Mauduit magnesium hydroxide/ citrate paper reduced visible sidestream. *Betr. Tabakforsch. Int.* 11: 181-193.
- Baldwin, S., Bokelman, G., Cravotta T. and Floyd, B. Recent development of reduced sidestream calcium carbonate papers. PM Doc. 2057906673.
- CORESTA Recommended Method No. 54 (2002) Determination of nicotine and nicotine-free dry particulate matter in sidestream smoke using a fishtail chimney and routine analytical/linear smoking machine.
- Hample, V., Baskevitch, N., Lourea, J-M., Deberly, S. and LeMoigne, C. (1999) Role of cigarettes paper in sidestream smoke reduction, 53rd, *TSRC*.
- Kim, C. R., Shin, C. H., Kim, J. Y., Kim, Y. H. and Lee, K. H. (1997) Study on the semivolatile components in cigarette main stream smoke. *J. Korean Soc. Tob. Sci.* 20(1): 115~123.
- Kim, J. Y., Kim, C. R., Shin, C. H., Kim, Lee K. H. and Lee D. W. (1999) The comparative analysis of smoke components delivered from cigarette papers manufactured by flax and wood pulp by flax and wood pulp. *J. Korean Soc. Tob. Sci.*, 21(2): 119-127.
- Leffingwell, J. C., Young, H.J. and Bernasek, E. (1972) *Tabacco flavoring for smoking products*, Winston-Salem, N.C., R. J. Reynolds Tobacco Company.
- Sakuma, H., Ohsumi, T. and Sugawara, S. (1980). Particulate phase of cellulose cigarette smoke. *Agric. Biol. chem.* 44(3): 555~562.
- Schlottzbauer, W. S., Arrendale, R. F. and Chortyk, O. T. (1985) The rapid pyrolytic characterization of tobacco leaf carbohydrate material. *Beitr. Tabakforsch.* 13(2): 74-79.
- Seligman, R. F. and Meyer, L. F.(1999) Idea session on reducing sidestream. PM Doc. 1003225256.
- Shafizadeh, F.(1968) Pyrolysis and combustion of cellulosic materials. Wood chemistry laboratory, University of Montana, USA.
- Sharma, R. K., Wooten, J. B., Baliga, V. L., Martoglio-Smith, P. A. and Hajaigol, M. R. (2002) Characterization of char from the pyrolysis of tobacco. *J. Agric. Food Chem.* 50: 771-783.

US department of Health and Human Services,
Public Health Service Center for Disease
Control (1986) The health consequence of
involuntary smoking. A report of the
surgeon general.

Weeks, W. W. (1985) chemistry of tobacco
constituents influencing flavor and aroma.
Recent Adv. Tob. Sci. 11: 175~200.