

## 제품담배 연기성분 분포 특성 조사 및 물리적 특성과의 관련성 구명

황건중\* · 이영택<sup>1</sup>

한국인삼연초연구원 분석검사부, 상품개발부<sup>1</sup>  
(2001년 12월 13일 접수)

### Study of Smoking Component Distribution and the Relation between Chemical Components and Physical Characteristics of Cigarettes

Keon-Joong Hwang\* · Young-Taek Lee

Korea Ginseng and Tobacco Research Institute, Daejeon 305-345, Korea  
(Received December 13, 2001)

**ABSTRACT** : This study was conducted to determine the smoke component distribution and the relationship between chemical components and physical characteristics of cigarettes. 16 different cigarette brands which were sold in the market were selected for this study. Five kinds of smoke components which have been tar, nicotine, water, carbon monoxide(CO) puff No., and six kinds of physical characteristics which were filter type, leaf weight, filter weight, UPD, EPD, dilution rate were analyzed. The average values in tar, nicotine, water, CO concentration were 6.5 mg/cig. 0.66 mg/cig, 1.12 mg/cig. and 6.32 mg/cig., respectively. The average ratios of nicotine/tar and CO/tar were 0.10, and 1.02 respectively. The distribution of smoke components collected in the cambridge filter and cigarette filter was different. The averages of tar and nicotine removal efficiency by a cigarette filter were 53%, and 48%, respectively. All smoking components were positively correlated with other smoking components. Filter types, EPD, and dilution rate were showed high correlation to the changes of smoke components. Especially, dilution rate of cigarette strongly affected on the changes of all smoke components.

**Key words** : smoke components, tar, nicotine, CO, dilution rate

2001년 현재 20여종의 국산 제품과 10여종의 외산 제품이 국내에서 시판되고있는데 상표에 따라 40%에서 1%대의 주흡연율을 보이고 있어 제품에 대한 선호도가 크게 차이를 보이고 있다. 국내에서 시판되는 담배를 대상으로 연기성분인 탈니코틴을 분석하기 시작한 것은 1974년 7월 발매된 태양담배로서 이 제품의 연기성분은 타르가

12mg, 니코틴이 0.9mg 이었으며 1970년대 및 1980년대의 제품은 주로 타르함량이 12~15mg 정도의 수준이었다(담배연구의 최근동향, 1997). 국내에서는 텃페이퍼의 천공이 본격화되면서 필터 등의 재료품과 공기 희석을 변화를 이용하여 타르 함량을 조정하였고 애연가의 흡연 추세도 주로 순한 담배를 선호하게되어 현재 국내제품의 대부분

\*연락처 : 305-345 대전광역시 유성구 신성동 302 번지, 한국인삼연초연구원

\*Corresponding author : Korea Ginseng and Tobacco Research Institute, 302 Shinseong-Dong, Yusong-Ku, Daejeon 305-345, Korea

은 6~7.5mg 정도의 타르를 함유하고 있다. 흡연 유해성과 간접흡연에 대한 영향이 심각하게 대두되고 국민건강증진법이 강력하게 적용되면서 연기성분을 낮추는 노력과 연구가 활발하게 진행되어 비로소 저 타르 제품의 시장판매가 시작되게 되었다. 이러한 요구로 1991년 타르 함량이 2mg 대의 엑스포 제품을 판매하기 시작하였으며 좀더 품질이 향상된 저 타르 담배개발로 애연가의 흡연감을 충족시킬수 있는 제품의 출시 필요성이 증대되고 있다. 미국에서 판매되는 제품담배의 연중 타르와 니코틴 함량도 1954년도에 38mg/cig, 2.7mg/cig에서 2000년도에는 12mg/cig, 0.85mg/cig로 감소되었다고 보고하고 있으며, 이와같은 급격한 연기성분의 감소는 필터담배의 공급, 고기공도의 권련지 사용, 관상엽 사용, 필터의 희석을 증가, 각초 및 중골의 팽화엽 사용에 기인한다고 서술하고 있다(Keith, 1982; Norman, 1974; Hoffmann, 2001). 또한 Kozlowski(1998)에 의하면 미국담배의 94%, 캐나다 담배의 91%, 영국담배의 79%가 필터부분에 타공을 하고 있으며, 필터부분의 타공이 모든 국가에서 연중의 타르, 니코틴, 일산화탄소를 줄이는 방법으로 가장 많이 사용되는 것으로 보고하고 있다

담배의 소비는 애연가의 기호도에 의해 결정되며 애연가의 기호도를 결정하는 것은 담배의 품질이 될 것이다. 담배의 품질은 담배의 외관, 물리성, 내용성분, 연기성분, 관능특성 등으로 결정되며 이들 특성간에는 긴밀한 관련이 있다고 알려져 있다(Kaburaki 등, 1968; Matsushima 등, 1979). 따라서 본 연구는 국내산 제품담배의 연기성분 분포특성을 파악하고 담배의 연기성분에 미치는 담배의 물리성을 조사하여 이들 상호간의 상관성을 밝히므로써 담배 연기성분의 생성 조건을 파악하고 재료품의 효용성을 평가하며 흡연위생과 관련된 기초자료를 제공하고자 실시하였다.

## 재료 및 방법

본 실험을 위해 국내 시판 담배를 대상으로 담배필터의 재료(acetate mono, dual, triple)별로 구별하고 다시 필터의 길이, 원주 등의 요인으로 16

종의 제품담배를 선별한 후 ISO 8243에 의해 분석시료를 수집하였고, 연기성분 및 물리성을 조사하기 전에 담배를 22℃, 60%RH의 항온항습기에 48시간 이상 조화를 실시한 후에 분석을 실시하였다. ISO 3308에 준하여 각각의 제품에서 20개피를 선별하여 RM20 흡연장치(Borgwaldt Technik GmbH, Germany)를 이용하여 담배를 연소시키면서 92mm Cambridge filter pad를 이용하여 TPM을 포집하였으며, 필터에 포집되는 연기성분의 분석을 위하여 연소직후 필터만을 별도로 수집하였다. 담배 필터 및 Cambridge 필터에 포집된 TPM 중의 nicotine 및 수분의 분석은 ISO 10315 및 10362에 준하여 GC 분석을 실시하였다. 연기중의 CO 함량은 폴리에틸렌 백을 이용하여 기체상을 포집하고 ISO 8454에 의하여 non-dispersive infrared CO 분석기를 이용하여 분석하였다. 담배의 흡인저항, 중량, 희석율 등은 Sodimat사의 담배 물리성 측정기를 이용하여 선별과 동시에 분석을 실시하였다. 각 시료에 대한 연기성분 분석은 3반복 실시하였으며 평균값, 범위, 상관성분석, 등의 통계처리는 통계프로그램인 statistica를 이용하였다.

## 결과 및 고찰

국내에서 시판되고 있는 제품담배를 필터의 종류, 길이, 원주 등의 요인으로 구별하고 각 제품의 타르 함량을 조사하여 본 결과 표 1과 같다.

국내에는 아세테이트 모노필터, 아세테이트 세정탄소 복합의 이중필터, 아세테이트 과립탄소 중이 복합의 삼중필터가 있으며 필터의 길이는 24, 27, 30mm 세가지, 그리고 필터의 원주는 24.5mm 일반형과 22mm 슬림형, 17mm 초슬림형의 세가지가 사용되고있었다. 이들 필터 종류에 따른 타르 함량은 2mg/cig.에서 15mg/cig.으로 다양하게 분포하고 있으며 타르 함량과 필터의 종류 간에는 유의한 관련이 없는 것을 알 수 있고 다른 요인에 의하여 타르 함량이 결정된다고 할 수 있다.

16개 제품담배의 연중 타르, 니코틴 및 일산화탄소의 분포도를 보면 그림 1과 같다. 저타르 담배라고 분류되는 타르 4mg 이하의 담배가 2제품,

제품담배 연기성분 분포 특성 조사 및 물리적 특성과의 관련성 구명

Table 1. Classification of cigarette brands by filter type.

Filter type	Filter length (mm)	Filter diameter	Tar content (mg/cig)
Mono	24	Regular	15, 10, 7
Mono	30	Slim	6, 11
Mono	30	Super slim	7, 4.5, 1.5
Dual	24	Regular	6.5, 7(2)
Dual	27	"	2
Dual	30	"	5.5
Triple	24	Regular	8, 7.5
Triple	30	"	7.5

타르 함량이 12mg 이상의 담배가 1제품인데 비하여 6-8mg 범위의 제품이 10개로 나타나고 있어 국내 제품담배의 타르 함량이 좁은 범위내에 밀집되어있는 것을 알 수 있다. 국제적으로도 다양한 타르 함량의 제품이 판매되고 있으며 저타르 담배의 보급이 보편화되는 경향을 감안할 때에 국산제품의 타르 함량도 다양화 할 필요가 있으며 저타르 담배의 계속적 개발이 요구된다고 할 수 있다. 타르에 비하여 니코틴의 분포는 정규분포 곡선에 유사한 모양을 보이고 있으나 0.2mg 이하의 저니

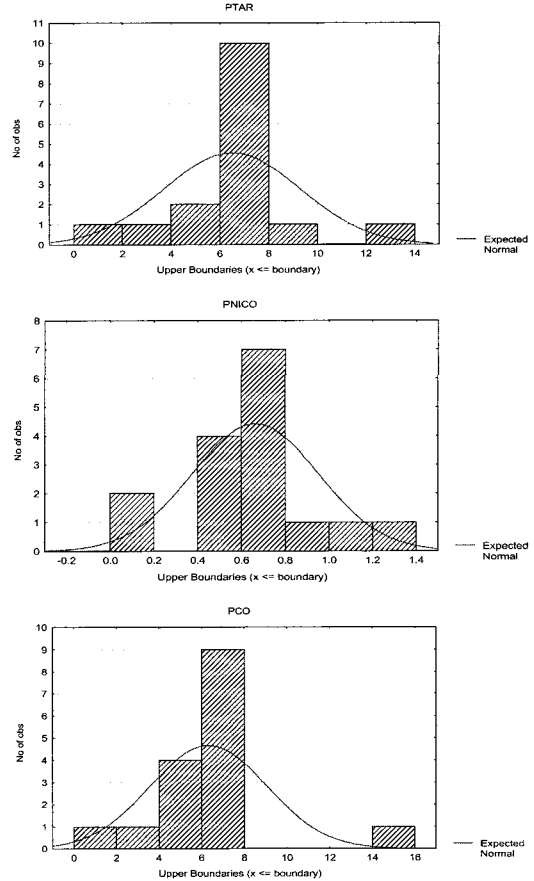


Fig. 1. Distribution of tar, nicotine, and CO concentration of 16 cigarettes.

Table 2. Distribution of smoke components collected in cambridge filter and tobacco filter in 16 cigarette brands.

Components (mg/cig.)	Statistic	Cambridge	Filter	Available
Tar (mg/cig.)	Average	6.50	7.20	13.69
	Range	1.3 - 13.8	2.9 - 12.3	6.5 - 26.0
Nicotine (mg/cig.)	Average	0.66	0.59	1.24
	Range	0.12 - 1.34	0.27 - 0.95	0.51 - 2.29
Water (mg/cig.)	Average	1.12	2.79	3.91
	Range	0.32 - 2.67	0.70 - 8.33	1.06 - 9.58
CO (mg/cig.)	Average	6.32		6.32
	Range	1.7 - 14.4		1.7 - 14.4

코틴 제품이 2제품에 불과하고 나머지 모든 제품이 0.4mg 이상을 나타내고 있어 좀더 다양한 제품담배의 개발이 필요한 것으로 사료된다. 일산화탄소의 함량은 6 - 8mg의 제품이 주종을 이루고 있으며 4mg 이하의 제품이 2개, 14mg 이상의 제품이 1개 있는 것으로 조사되었다. 국내 제품담배를 연기성분만으로 판단해 볼 때 제품의 다양성이 다소 부족하며 저타르, 저니코틴 담배의 시판이 이루어져야 할 것으로 생각된다.

국내 제품담배의 연기성분 분포를 필터에 포집되는 것과 필터의 통과하는 것으로 구별하여 각각의 타르, 니코틴, 수분, 일산화탄소의 함량을 조사하여 표2에 나타내었다. 필터에 포집되는 연기와 통과하는 연기를 합한 것을 available 연기라고 하며 16개 제품의 개피당 평균 available 타르, 니코틴, 수분 및 일산화탄소의 함량은 13.7mg, 1.24mg, 3.91mg 및 6.32mg으로 조사되었다. 연기성분에 따라 필터에 포집되는 양과 통과되는 양이 다른 것을 알 수 있는데 available 타르 및 니코틴의 약 53%, 48%가 필터에 포집되는 반면에 수분은 약 70%가 필터에 포집되는 것으로 조사되었다. 각 available 연기성분의 분포범위를 보면 타르가 6.5 - 26mg, 니코틴이 0.51 - 2.29mg, 수분은 1.06 - 9.58mg, 일산화탄소는 1.7 - 14.4mg으로 수분의 분포범위가 다른 성분에 비하여 가장 넓으며 니코틴의 분포범위가 가장 좁은 것으로 나타나고 있다. 반면에 필터를 통과하는 연기중의 니코틴 분포 범위는 0.12 - 1.34mg로 다른 연기성분에 비

하여 가장 넓은 것으로 나타나고 있으며, 필터에 포집되는 연기성분 중에는 수분의 분포 범위가 가장 넓은 것으로 조사되었다.

Irwin(1998)에 의하면 니코틴/타르 비율은, 희석율, 필터기공도 등의 담배설계 요인들에 의하여 좌우되며, 필터의 cellulose acetate 함량이 증가할수록, 희석율이 증가할수록, 권련지의 기공도가 증가할수록 그 비율이 증가한다고 발표하고 있는데 국내 제품의 니코틴/타르, 수분/타르, 및 일산화탄소/타르 비율을 조사한 것은 표 3과 같다. 평균 available 니코틴/타르 비율은 0.09로 조사되었으며, 필터에 흡착하는 연기중의 니코틴/타르 비율은 0.08, 담배필터를 통과하는 연기의 니코틴/타르 비율은 0.10으로 다소 차이가 있는 것을 알 수 있다. 타르에 대한 수분의 비율은 필터를 통과하는 연기보다 필터에 포집되는 연기의 비율이 약 2.5 배 높은 것으로 나타나고 있으며 이러한 차이는 이중필터 및 삼중필터의 수분 흡착능이 매우 높은 것에 기인한다고 할 수 있다. 타르에 대한 일산화탄소의 비율은 1.02로 조사되었으며 분포범위도 0.59 - 1.36으로 나타나고 있어 다소 넓은 범위에 분포하는 것을 알 수 있다. EU 국가에서는 2004년 1월부터 유럽에서 판매되는 모든 담배제품의 일산화탄소 함량을 10mg 이하로 규제하기로 결정하였으며 이러한 규제는 전세계로 확산될 전망이며 이러한 새로운 규제에 대비하여 국내 제품담배의 일산화탄소 함량의 감소 방안과 타르에 대한 비율을 감소시키고자하는 연구가 계속해서 수행되

Table 3. Ratio of smoke components/tar collected in cambridge filter and tobacco filter in 16 cigarette brands.

Components	Statistic	Cambridge	Filter	Available
Nicotine/Tar	Average	0.10	0.08	0.09
	Range	0.09 - 0.11	0.06 - 0.10	0.07 - 0.10
Water/Tar	Average	0.17	0.42	0.29
	Range	0.11 - 0.26	0.14 - 1.01	0.11 - 0.62
CO/Tar	Average	1.02		1.02
	Range	0.59 - 1.36		0.59 - 1.36

Table 4. Correlation coefficients among the chemical components of smoke.

Available	nicotine	Water	Tar	Puff No	CO
Nicotine	1	<b>0.85*</b>	<b>0.98*</b>	0.05	<b>0.86*</b>
Water		1	<b>0.92*</b>	-0.33	<b>0.94*</b>
Tar			1	-0.05	<b>0.92*</b>
Puff No.				1	0.07
CO					1

\* marked correlations are significant at P < 0.05.

어야 할 것으로 생각된다.

Kalaitzoulou 등(1999)의 연구에서는 연기중의 니코틴 및 일산화탄소 함량은 주류연의 타르 함량과 매우 높은 상관성이 있으며, 필터가 없는 담배의 일산화탄소 함량이 필터담배에 비하여 낮다고 보고하고 있다. 담배 연기성분 상호간의 상관성과 물리적 특성과 연기성분간의 상관성을 조사하기 위하여 각 요인간의 상관계수를 구하여 표 4 및 표 5에 나타내었다. 연기성분 중 흡연회수를 제외한 모든 성분들의 상관값이 매우 높은 것을 알 수 있으며 특히 타르와 다른 연기성분간의 상관값이 0.9 이상으로 매우 높게 나타나고 있어 이들 성분

에 의하여 타르 함량이 결정되는 것을 알 수 있다. 제품의 물리적 특성 중에서 희석율이 담배 연기성분과 제일 관련이 깊은 것을 알 수 있으며, 흡인저항 중 EPD값이 필터에 포집되는 타르 및 니코틴 함량과 관련이 있고 필터의 종류 및 무게는 필터에 포집되는 수분에 관여한다는 것을 알 수 있다. 상관분석 결과 담배의 연기성분과 제품의 물리적 특성간에는 유의한 상관성이 있으며 이들 물리성의 변화가 연기성분의 변화를 유발하는 요인인 것을 보여주고 있다.

### 결 론

국내 제품담배 16종을 대상으로 연기성분 분포 특성을 조사하고 연기성분 상호간의 관련성과 제품의 물리적 특성과의 상관성을 알아보기 위하여 본 실험을 실시하였다. 연기성분은 탈, 니코틴, 수분, 일산화탄소, 흡연회수 등을 담배필터를 통과하는 것과 담배필터에 포집되는 것으로 분리하여 분석하였으며, 제품담배의 특성 중 필터의 종류, 희석율, 중량, 흡인저항 등을 조사하였다. 국내 제품담배의 평균 탈 함량은 6.5 mg/cig, 니코틴은 0.66 mg/cig, 수분은 1.12 mg/cig, 일산화탄소는 6.32 mg/cig,로 조사되었다.

니코틴/탈의 비율은 0.10, 일산화탄소/탈의 비율

Table 5. Correlation coefficients between physical characteristics of cigarettes and chemical components of smoke.

Available	Filter type	Leaf weight	Filter weight	UPD	EPD	Dilution
Pad nicotine	-0.14	0.00	-0.24	0.45	-0.20	<b>-0.87*</b>
Pad water	0.05	0.19	-0.02	0.19	<b>-0.51*</b>	<b>-0.95*</b>
Pad tar	-0.12	0.03	-0.21	0.43	-0.25	<b>-0.91*</b>
Puff No.	-0.28	-0.11	-0.14	0.25	0.44	0.29
CO	0.05	0.10	-0.02	0.25	-0.40	<b>-0.92*</b>
Filter nicotine	-0.02	0.13	-0.13	-0.13	<b>-0.52*</b>	<b>-0.56*</b>
Filter water	<b>0.75*</b>	0.04	<b>0.73*</b>	-0.18	-0.34	-0.28
Filter tar	0.09	0.18	0.01	-0.27	<b>-0.59*</b>	<b>-0.51*</b>

\* marked correlations are significant at P < 0.05.

은 1.02로 조사되었다. 필터에 포집되는 연기와 통과하는 연기중의 내용성분이 서로 다른 것으로 나타나고 있는데, 담배필터에 포집되는 니코틴/타르 비율은 0.08, 수분/타르 비율은 0.42로 조사되었으며 담배필터에 포집되는 타르의 평균값은 53%, 니코틴은 48% 이었다. 상관분석결과 흡연회수를 제외한 모든 연기성분 상호간에 높은 상관값을 나타내고 있으며, 제품담배의 물리적 특성 중 필터의 구성, 흡인저항(EPD) 및 회석율이 연기 성분 함량 변화에 관여하는 것으로 나타나고 있다. 특히 회석율의 영향은 흡연회수 및 필터에 흡착되는 수분 이외의 모든 연기성분에 영향을 미치는 것으로 조사되었다.

### 참고문헌

1. Hoffmann, D. E., and K. Bayoumy(2001) The less harmful cigarette: a controversial issue, *Chemical Research in Toxicology*, 14(7); 767-790.
2. Irwin, W. D. E.(1998) Discussion of a study on the determination of mainstream and sidestream cigarette smoke components for cigarettes of different tobacco types and a set of reference cigarettes. *Beitr. Tabakforsch Int.* 18(3); 115-118.
3. Keith, N.(1982) Changes in the smoke chemistry of modern day cigarettes *Recent Adv. Tobacco Sci.* 8;141-177.
4. Kalaitzoglou, M., and C. Samara (1999) Yields of cadmium, tar, nicotine and carbon monoxide in mainstream smoke of greek cigarettes, *Beitr Tabakforsch Int.* 18(6); 235-243.
5. 한국연초학회 (1997) 담배연구의 최근 동향, 김정화 외 7명, 천일인쇄사.
6. Kozlowski L. T., N. Y. Mehta, C. T. Sweeney, and R. J. West(1998) Filter ventilation and nicotine content of tobacco in cigarettes from Canada, the United Kingdom, and the United States, *Tobacco Control*, 7(4); 369-375.
7. Norman, V.(1974) The effect of perforated tipping paper on the yield of various smoke components, *Beitr Tabakforsch Int.* 7; 282-287.