

## 필러지 기공도가 담배연기 희석에 미치는 영향

이영택·이근희·양광규·이정일·이규서·안동명

한국인삼연초연구소

### EFFECT OF CIGARETTE PAPER POROSITY ON THE VENTILATION OF CIGARETTES

Y.T. Lee, K.H. Lee, K.K. Yang, J.I. Lee, K.S. Lee, D.M. Ahn

*Korea Ginseng and Tobacco Research Institute*

*(Received for Publication, October 5, 1985)*

---

#### Abstract

From the combination of cigarette papers, tipping papers and plug wrapping papers, whose physical properties and effect of cigarette smoke dilution were studied. The result obtained from this study are as follows.

Envelop ventilation (Env-VR) cigarettes used high porous cigarette papers showed less changes of unencapsulated pressure drop (UPD) compared to tip ventilation (Tip-VR) cigarettes.

Higher cigarette paper porosity increased, more decreased the UPD of cigarette by Tip-VR.

With cigarette length shortening, the UPD or VR changed a little in Tip-VR cigarette, while changed very much in Env-VR cigarettes.

The ratio of nicotine/tar was higher in Env-VR cigarettes than in Tip-VR cigarettes, and CO/nicotine value of the former was lower than those of the later.

The effect of Tip-VR cigarettes on the delivery reduction of tar and nicotine was more effective compared to Env-VR cigarettes and the reduction prefer Env-VR cigarettes to Tip-VR cigarettes in CO delivery.

From the results investigated above it was noted that each defect appeared in the Tip-VR and the Env-VR cigarettes could be complemented by the combination of them.

#### 서 론

1949년 각초의 전층과 담배의 외관을 유지하

기 위하여 사용하기 시작한 필러지는 불투명성, 인쇄성, 부드러운 촉시감 및 기공성 등의 향상을 위해 섬유처리방법, 충전제 또는 조연제에 관

한 연구가 계속되어 왔다. 그러나 담배의 유해 성분제<sup>17)</sup>가 대두됨에 따라 켈런지는 또 다른 변화에 직면하게 되었고 이에 부응하여 그 기공도 연구가 더욱 활발하게 되었다.

켈런지는 개발당시 기공도가  $1 \sim 5 \text{ cm min}^{-1} \text{ cbar}^{-1}(\text{cu})$  였으나 1950년대에는  $7 \sim 8 \text{ cu}$ , 70년대에는  $50 \sim 80 \text{ cu}$ 로 향상 되었고 80년대에 와서는 CO등의 기체상 유해성분을 줄이기 위하여  $60 \sim 200 \text{ cu}$ 의 고기공 켈런지를 사용하기에 이르렀다.<sup>14)</sup>

담배의 연기성분 이행량을 감소하려는 방법으로는 잎담배 원료에 의한 방법과 재료에 의한 방법으로 나눌 수 있다. 원료의 경우 저탈용 잎담배를 육종하거나 각초의 팽화 및 특수처리(첨가제), 원료의 재생 그리고 인조담배의 사용등을 들 수 있고 필터에 의한 여과나, 필터권지, 천공 팁페이퍼, 고기공 켈런지등의 다공성 재료를 사용하는 것은 재료에 의한 방법에 속한다.<sup>9)</sup><sup>13,16)</sup> 특히 켈런지는 담배연기의 생성이나 그 조성에 변화를 주려는 것으로서 펄프의 종류에 의한 변화, 탄산칼슘의 형태, 함량, 분포에 의한 변화, 켈런지의 중량, 두께, 기공도와 그 형태 등에 의한 변화 및 조연제의 종류와 함량에 의한 변화를 들 수 있으며 이 중에서도 특히 켈런지 기공도의 영향이 가장 큰 것으로 알려져 있다.<sup>15)</sup>

그 밖에 담배의 연기 이행량에 영향을 주는 인자로서 필터가 있는데 필터부에서는 팁페이퍼와 필터권지의 기공도, 아세테이트 토크 데니아, 필터첨가제 등을 조절하여 연기를 희석 또는 여과하게 된다.

결국 담배는 각초, 켈런지, 팁페이퍼, 필터 등의 집합체로서 연기의 생성, 조성 또는 이행량에 대하여 어느 하나만의 영향을 고찰하기는 어렵다. 아세테이트 토크 데니아, 필터권지 및 팁페이퍼를 조합했을 때 담배의 tip ventilation (Tip-VR)이나 흡인저항(PD) 그리고 연기이행에 관한 연구는 보고된 바 있으나<sup>10,12)</sup> 켈런지 기공도에 의한 envelop VR(Env-VR)과 Tip-VR의 관계, Tip-VR과 Env-VR의 조합에 의한 흡인저항, 연기 이행량등에 관한 연구

는 별로 없으며 또 명확히 밝혀진 바 없을 뿐만 아니라 담배 길이에 따른 Tip-VR, 또는 Env-VR의 변화에 대한 연구는 더욱 드물다. 따라서 본 연구는 켈런지 기공도에 대하여 Tip-VR과 Env-VR, 흡인저항 및 연기이행의 변화를 고찰하려는 것이다.

## 재료 및 방법

### 1. 재 료

필터는 3.3/38,000 d의 아세테이트 토크(선경합섬제)와 기공도,  $700 \sim 3,300 \text{ cu}$ 인 필터권지를 사용하여 중량  $665 \text{ mg/rod}$ , 길이  $96 \text{ mm}$ , 원주  $24.8 \text{ mm}$ 가 되도록 제조하였으며 이 필터를  $24 \text{ mm}$ 로 절단하고 encapsulated pressure drop (EPD)가  $70 \text{ mm H}_2\text{O}$ 인 것을 골라 필터 시트로 사용하였다.

팁페이퍼(삼일공사제)는 기공도가  $0 \sim 400 \text{ cu}$ 이고 폭은  $58 \text{ mm}$ , 그리고 천공폭  $5 \text{ mm}$ , 천공의 폭  $12 \text{ mm}$ 로 전자 천공한 것을 사용하였다.

켈런지는 기공도가  $30 \sim 150 \text{ cu}$ 인 것을 사용하였으며 그 중에서  $150 \text{ cu}$ 만은 전자천공한 켈런지였다. 담배 제조를 위해 사용한 필터, 팁페이퍼 및 켈런지는 표 1과 같이 조합하였다.

Table 1. Combination of cigarette materials.

Acetate two	Porosity or Permeability (CU)		
	Plug wrap	Cigarette paper	Tipping paper
3.3/38,000 <sup>d</sup>	700	30	0
	1700	60	100
	3300	80	200
		100	300
	120	400	
		<sup>a</sup> 150	

<sup>a</sup> Electrostatic perforation

## 2. 담배 제조

양절담배 제조용 열배합은 황색종 74% (미국 황색종 15% 포함) ; 오리엔트 5% ; 판상엽 8% ; 팽화주매 13%로서 각쪽 7mm의 황색종을 주로 한 영국형이었다.

양절담배는 길이 60mm, 원주 25mm, 무게 825 ± 10 mg/cig, EPD 45mm H<sub>2</sub>O인 것을 선별하고 표 1과 같이 필터를 부착하였다. 이와 같이 제조한 담배의 EPD, unencapsulated PD(UPD) 및 VR을 측정하고 선별하여 시료담배로 사용하였다.

## 3. 기기 및 방법

이 연구를 위해 사용한 측정기기는 기공도 : Porosity meter, Heinr Borgwaldt, 흡인저항 : Automatic PD tester, Filtrona, VR : Automatic VR tester, Filtrona이며 필터와 담배는 Tip cutting machine (Sodim사제)으로 절단하였고 연기 이행량은 RM/20CS Automatic smoking machine (Heinr Borgwaldt 사제)로 측정하였다. 측정방법은 Coresta<sup>4,5)</sup> 기준에 따랐으며 틱페이파 기공도는  $cm\ min^{-1}\ cm^{-1}\ cbar^{-1}$ 로 표시했다.

## 결과 및 고찰

무천공 틱페이파와 기공도 80cu인 결련지를 사용한 담배에서 각초의 전충량에 따른 Env-VR과 UPD 변화를 그림 1에 나타내었다. 그림 1을 보면 전충량이 증가함에 따라 Env-VR, UPD가 비례적으로 높아지며 전충량을 700 mg/cig에서 900 mg/cig으로 높일 경우 Env-VR은 8%, UPD는 24mm H<sub>2</sub>O가 증가하였다. 전충량에 대한 UPD와 Env-VR의 관계는 각각

$$UPD: y_1 = 13.6 + 0.12 x_1 (r_1 = 0.9836)$$

$$Env-VR: y_2 = 20.57 + 0.0453 x_2$$

$$(r_2 = 0.9858)$$

와 같이 나타낼 수 있었다.

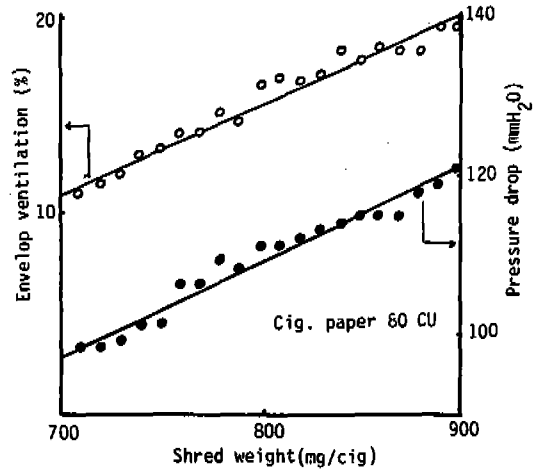


Fig. 1. Influence of shred weight on ventilation and pressure drop of cigarette.

DeBardale<sup>6)</sup> 등의 보고에 의하면 전충량을 36% 증가했을 때 연소성이 27% 감소되고 Env-VR과 흡연횟수도 증가하여 tar, nicotine, CO 등 연기 이행량이 증가한다. 또한 전충량과 PD가 비례하여 전충량이 200 mg/cig 증가하면 EPD는 약 20mm H<sub>2</sub>O 높아지며 PD 33mm H<sub>2</sub>O까지는 total particulate matter 이행량이 증가되나 그 이상에서는 감소된다는 Halter 등<sup>8)</sup>의 보고를 보면 이 연구의 실험 결과와 일치함을 알 수 있다. 이와같이 전충량과 연기 이행량은 상관성이 크기 때문에 담배 재료품을 조합할 때도 그 영향을 고려해야 할 것이다. 따라서 이 시험에서는 영국형 담배인 Dunhill을 기준으로 하여 그림 1에 나타난 바와같이 전충량은 UPD 110mm H<sub>2</sub>O에서의 780 mg/cig으로 선정하였다. 전충량을 780 mg/cig로 고정하고 결련지 기공도 별로 제조한 양절담배의 UPD 변화를 표 2에 나타내었다. UPD는 결련지의 기공도가 증가할수록 감소하여 결련지의 기공도를 30cu에서 150cu로 높이면 UPD가 7mm H<sub>2</sub>O 감소하였다.

그림 2는 양절담배에 필터를 부착하고 UPD를 측정하여 그 결과를 결련지 기공도에 대하여 도시된 것이다. 그림 2에 보인 바와 같이 필터 결련지의 기공도를 700, 1700, 3300 cu로 또 틱페이파의 기공도를 0, 100, 200, 300, 400cu로 각각 고정했을 때 결련지의 기공도와 UPD

Table 2. Changes in UPD of non filter cigarette on various cigarette paper porosity.

	Cigarette paper porosity (CU)					
	30	60	80	100	120	150
UPD	40	39	39	37	36	33

Length: 60mm      EPD: 45mmH<sub>2</sub>O  
 UPD : Sleeve holding length 10mm

간에는 부의 상관성을 보였다. 필터이파의 기공도가 0인 경우 즉 무천공 필터이파를 사용하면 켈런지 기공도가 30cu ~ 150cu 까지 변하는 동안 UPD는 112.3 mm H<sub>2</sub>O에서 99.4 mm H<sub>2</sub>O 까지 감소하여 양절담배에서 나타난 UPD차와 같은 결과임을 알 수 있었다. 그리고 필터이파와 켈런지의 기공도가 각각 400 cu, 3300cu로 가장 클때는 켈런지 기공도의 변화에도 불구하고 담배의 UPD는 별로 변하지 않았다. 그림 2의 켈런지 기공도 30cu에서 Tip-VR이 가장 클 때와 무천공 필터이파를 사용한 경우 무려 28.8 mm H<sub>2</sub>O의 UPD차를 볼 수 있는데 이는 Tip-VR 담배의 결점으로 지적되고 있다.

그림 3은 Total-VR에 대한 UPD변화를 켈

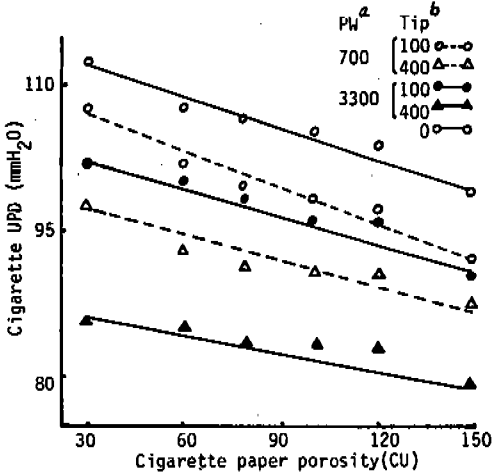


Fig. 2. Effect of cigarette paper porosity on cigarette unencapsulated pressure drop (UPD).

<sup>a</sup> Plug wrapping paper porosity  
<sup>b</sup> Tipping paper porosity

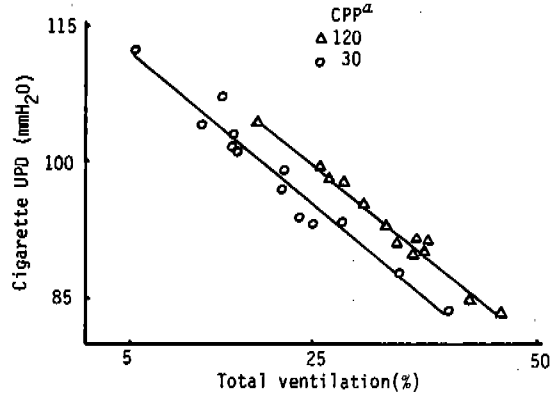


Fig. 3. Relation between total ventilation and cigarette unencapsulated pressure drop (UPD).

<sup>a</sup> Cig. paper porosity (CU)

런지 기공도 30과 120cu에 대하여 나타낸 것이다. UPD는 Total-VR의 증가에 따라 일정하게 감소 하였으며 켈런지 기공도가 30과 120cu 일 때 UPD의 차가 각각 73mm H<sub>2</sub>O과 57mm H<sub>2</sub>O로 나타나 UPD는 켈런지 기공도가 클 수록 변화폭이 작음을 알 수 있다. 또한 같은 Total-VR에서 켈런지 기공도에 의한 UPD차가 불과 5mm H<sub>2</sub>O인 것은 켈런지 기공도가 UPD에 주는 영향이 크지 않음을 나타낸 것이다. 이와 같은 현상은 Celanese<sup>3)</sup>에서도 볼 수 있는데 Tip-VR과 UPD 간에는 부의 상관성이 성립하였고 Tip-VR에는 켈런지 기공도의 영향이 없음을 밝히고 있다.

그림 4는 그림 2에서와 같이 필터이파와 켈런지의 기공도를 고정하고 켈런지 기공도에 대한 Tip-VR과 Env-VR의 관계를 나타낸 것이다. Tip-VR은 켈런지 기공도가 증가할수록 완만하게 감소하며 또한 두 Tip-VR의 감소경향이 거의 같은 것을 볼 수 있다. Env-VR에서는 Tip-VR의 경우와 반대 현상을 나타냈고 Tip-VR이 낮을 때 VR의 증가폭이 더 컸다. Lendvay 등<sup>11)</sup>은 Env-VR이 2%인 담배의 연소온도가 950℃인데 반하여 44%인 경우 830℃로 낮아지기 때문에 Env-VR은 흡연횟수와 연기조성에 큰 영향을 미치며 이와 같은 연소온도 강하는 Tip-VR에서 보다 크다고 보고한 바

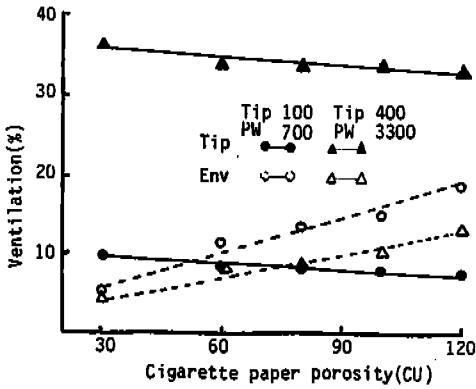


Fig. 4. Effect of cigarette paper porosity on tip and envelop ventilation.

있다.

지금까지의 결과를 종합해 볼 때 결련지 기공도를 높임으로써 연소온도가 낮아지고 Tip-VR과 UPD의 변화가 거의 나타나지 않으므로 Tip-VR의 결점을 보완할 수 있다. Tip-VR이 클 때 즉 필터결련지의 기공도를 3300 cu를 고정하고 결련지 기공도에 대한 Env-VR의 변화를 측정하였다. (그림 5)

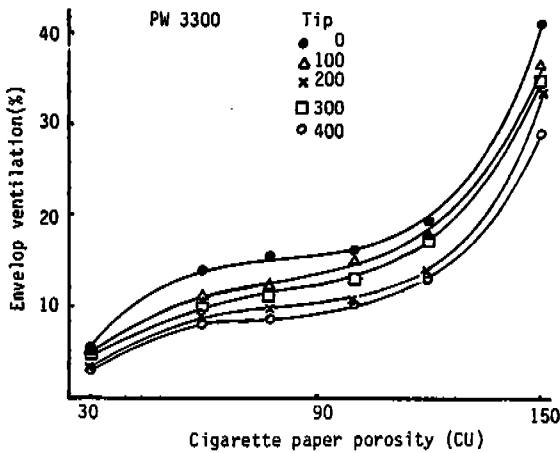


Fig. 5. Effect of cigarette paper porosity on envelop ventilation.

그림 5에서 Env-VR은 티페이파 기공도가 0~400cu 까지 변할 때 모두 변화 패턴이 같았고 결련지 기공도 120cu까지는 서서히 증가하지만 결련지 기공도가 150cu에서는 급격히 증가하였다. 또한 티페이파 기공도가 가장 클 때

와 가장 낮을 때의 차이가 1.4~5.0%로 나타나 티페이파 기공도가 Env-VR에는 큰 영향이 없음을 알 수 있었다. Selke 등<sup>16)</sup>의 보고에 의하면 결련지를 통한 공기 속도식,  $V=K(\Delta P)^n$ 에서 천공 결련지에 대하여  $n=0.72$ , 자연기공 결련지에서  $n=1.0$ 임을 밝히고 천공 결련지는 공기 속도가 크기 때문에 38 cu와 173 cu의 기공도로도 자연기공 결련지에서 각각 45 cu와 240cu의 효과를 얻을 수 있어서 기공효과면에서는 천공 결련지가 더 나은 것으로 나타났다. 따라서 150cu 즉 천공결련지에서는 공기의 속도 효과가 크기 때문에 Env-VR이 급격히 높아진 것으로 판단된다.

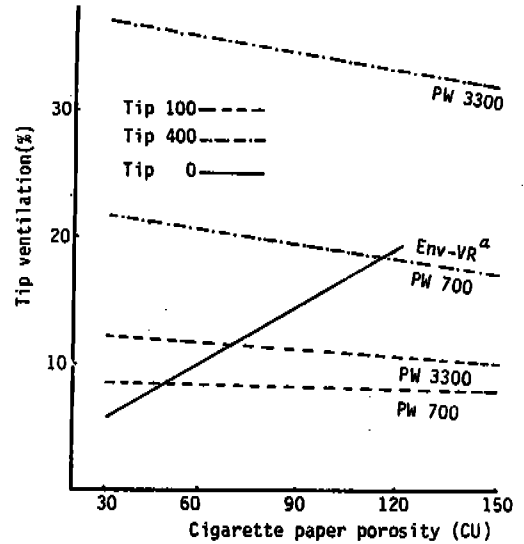


Fig. 6. Effect of cigarette paper porosity on tip ventilation.

<sup>a</sup>Envelop ventilation

Env-VR에 이어 결련지 기공도에 의한 Tip-VR의 변화를 그림 6에 보였다. 티페이파 기공도 400cu와 필터결련지 기공도 3300cu를 조합하면 Tip-VR이 결련지 기공도, 30~150cu에서 5%의 차가 났으며 티페이파 기공도와 필터결련지 기공도를 각각 100cu와 700cu로 낮추면 1%의 차이가 나타났다. 그러나 Tip-VR을 시키지 않은 담배는 Env-VR의 변화가 36%나 되었다. 고로 Tip-VR과 Env-VR을 조합함으로써 결련지 기공에 따른 Tip-VR의 변

화를 줄일 수 있으며 뿐만 아니라 UPD의 강  
 하도 상당히 막을 수 있다. 이와 같은 결과에  
 따라 걸런지, 필터런지, 팁페이파 등의 조합에  
 의한 Tip-VR과 Env-VR의 관계를 유지할 수  
 있었다. (그림 7)

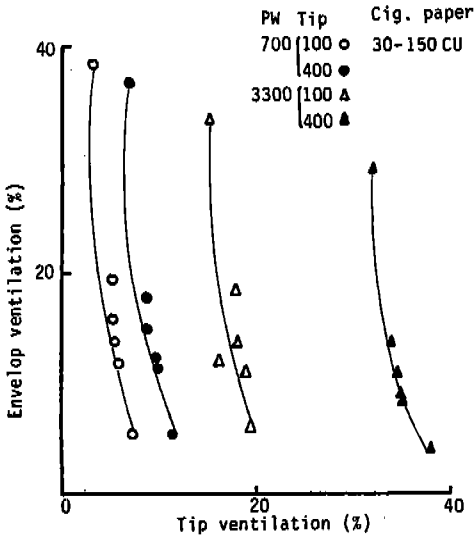


Fig. 7. Relation between tip and envelop ventilation.

그림 7에서 팁페이파(Tip)와 필터런지(PW)  
 의 기공도가 커지면 Tip-VR은 증가하고 Env-  
 VR은 감소하는 경향이 있다. 결과적으로 증감에  
 대한 영향은 Env-VR보다 Tip-VR에 의하여  
 크게 나타남을 알 수 있다. 환언하면 Tip-VR  
 이 낮으면 Env-VR의 변화가 크고 또 Tip-  
 VR이 높을 때는 Env-VR의 변화가 작은 것을  
 볼 수 있는데 저탈 담배에 가장 많이 적용되는  
 Tip-VR이 30~40%인 것도 이 때문이다.

미국의 예를 보면 저탈담배 걸런지의 기공도가  
 주로 50~70cu 인데 국내에서는 37cu로 기공  
 도가 낮은 편이다. 따라서 Tip-VR이 30% 수  
 준인 “솔”이나 “아리랑”과 같은 담배의 경우  
 도 걸런지 기공도를 높임으로서 흡인저항등의 물  
 성개선은 물론 각미에도 효과가 있을 것으로 생  
 각된다. 그림 8과 9는 담배 흡연횟수에 따른  
 VR의 차이를 알기 위하여 담배길이를 달리하고  
 Tip-VR과 Env-VR의 변화를 본 것이다.

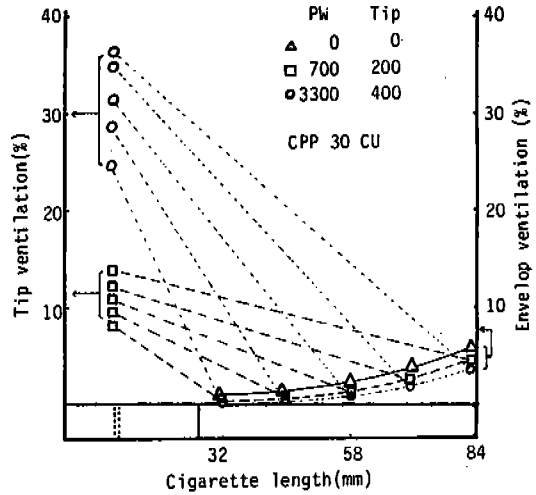


Fig. 8. Effect of cigarette length on ventilation.

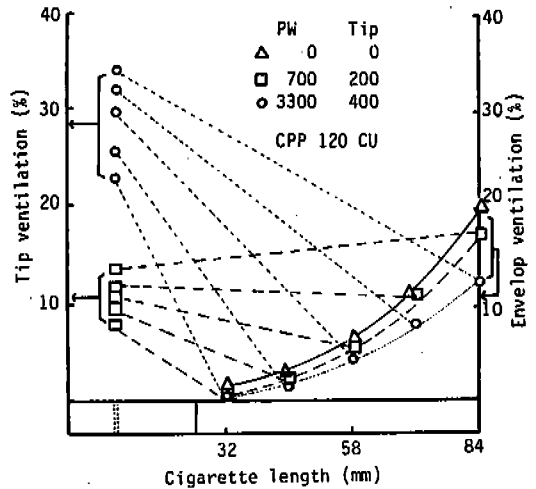


Fig. 9. Effect of cigarette length on ventilation.

걸런지 기공도가 낮은 30cu의 경우(그림 8)  
 Tip-VR을 위주로 한 담배는 담배 길이에 의  
 한 Env-VR의 변화가 거의 없었으나 120cu  
 의 높은 기공도에서는(그림 9) 담배 길이가 짧  
 아짐에 따라 Env-VR도 낮아지는 경향이었으  
 며 45mm이하의 담배는 거의 Env-VR의 차이  
 를 나타내지 않았다. 이와 같이 담배 길이에 의  
 한 Env-VR의 변화는 Tip-VR이 낮을 때에  
 도 성립하였다. 한편 걸런지 기공도가 낮은 경  
 우 담배 길이에 의한 Tip-VR의 변화를 보면  
 Tip-VR이 낮을 때 (PW, 3300 ; Tip, 400cu)

와 Tip-VR이 높을 때 (PW, 700; Tip, 200cu) 각각 11.7%와 8.5%의 변화를 보여 Tip-VR이 높을수록 담배길이에 의한 영향이 큰 것을 알 수 있었다. 또한 결련지 기공도가 높은 경우는 (120cu) 담배길이가 짧아짐에 따라 Tip-VR의 차가 감소하였다. 따라서 120cu와 같이 기공도가 높은 결련지를 사용하여 Env-VR만을 도모하면 최초흡연과 최종흡연간의 VR차가 18%나 되어 직연시 각미 변화가 심할 것으로 생각되며 이는 고기공 결련지를 위주로 한 담배의 결점으로 지적되고 있다.

그림 8과 9에서 고찰한 바와같이 담배 길이에 의한 Tip-VR과 Env-VR의 변화는 그림 10의 ventilation reduction rate를 보면 확실히 알 수 있다. 즉 쫄초길이가 32mm로 짧아지는 동안 VR 감소율은 Tip-VR 담배가 30%밖에 안되는데 비해 Env-VR 담배는 97%나 되어 담배길이에 따라 Env-VR 담배의 VR 감소율이 매우 큰 것을 볼 수 있다.

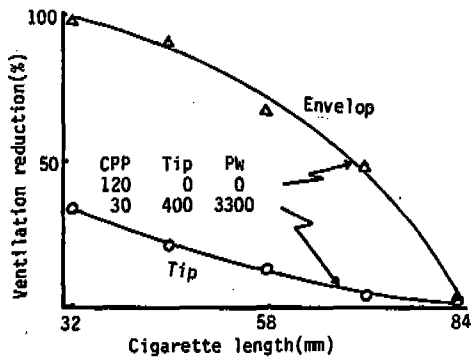


Fig. 10. Effect of cigarette length on ventilation.

담배길이에 따른 Tip-VR과 Env-VR의 변화를 고찰한데 이어 다시 UPD 변화(그림 11)를 검토하였다. 그림 11에서 알 수 있는 바와같이 담배길이가 감소하면 UPD도 비례적으로 감소하였다. 또 직선의 기울기를 보면 필터결련지와 텀페이퍼의 기공도가 낮을수록 UPD의 감소율이 큰 것을 알 수 있으며 고기공 결련지에 의한 Env-VR 만의 UPD도 담배길이 32mm까지 30mm H<sub>2</sub>O 만큼 감소하여 UPD변화가 가장 컸다. 이는 앞으로 지적한 Env-VR담배의 결점이

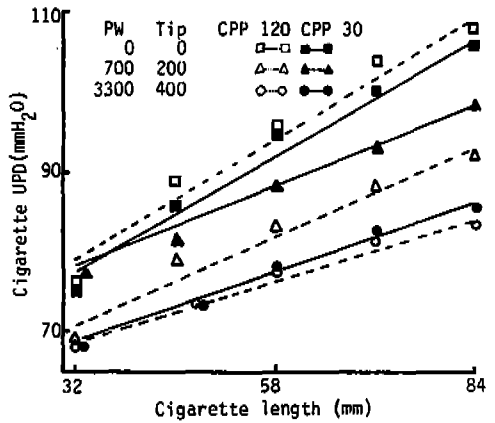


Fig. 11. Effect of cigarette length on cigarette UPD.

재확인된 것으로 Tip-VR담배에 고기공 결련지를 조합함으로써 UPD 변화의 보완은 물론 그림 8~10에서의 문제점까지 개선할 수 있다.

Terahara<sup>21)</sup>의 보고에서도 Env-VR 담배에서 흡연초기와 공초부위의 VR 및 UPD차가 큰 것을 결점으로 지적하였으나, Env-VR을 Tip-VR과 조합하여 담배길이에 따른 효과를 고찰하지 못했으며 최근 1984년도 TCRC에서 Durrocher<sup>22)</sup>의 발표에서는 최초흡연과 최종흡연 사이의 VR만을 측정하고 있을 뿐이다.

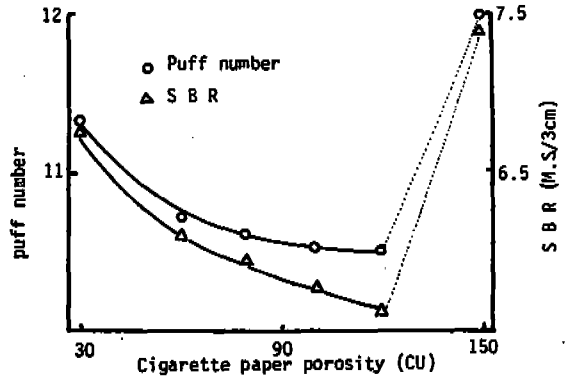


Fig. 12. Effect of cigarette paper porosity on puff number and static burning rate (SBR) of cigarette.

CPP 150 CU: Electrostatic perforated

그림 12는 흡연횟수와 자연 연소속도에 대한 결련지 기공도의 영향을 나타낸 것이다. 그림 12

를 보면 Terahara 등<sup>20)</sup>과 Baskevitch<sup>21)</sup>의 보고와 같이 켈런지 기공도가 높아지면 자연 연소 속도가 빨라지며 흡연횟수는 줄어든다. 그러나 전자천공 켈런지(150cu)를 사용하면 기공도가 높아도 연소속도가 느리고 흡연횟수가 증가한다. 보고<sup>7)</sup>된 바에 의하면 같은 VR에서 Tip-VR 담배보다 Env-VR 담배로 흡연횟수를 더 줄일 수 있다.

따라서 Tip-VR 담배의 흡연횟수는 Env-VR 으로 개선이 가능하다.

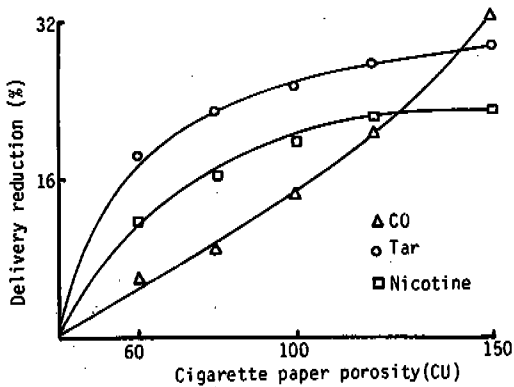


Fig. 13. Smoke delivery reduction with increasing cigarette paper porosity.

그림 13에는 담배의 연기 이행량의 감소율에 대한 켈런지 기공도의 영향을 검토하였다.

켈런지의 기공도가 증가할수록 연기 이행량의 감소율은 증가하였으며 tar와 nicotine의 경우 켈런지의 기공도가 80cu 까지는 급격한 증가를 보였고 그 이상에서는 서서히 증가하였다. CO 이행량은 켈런지 기공도가 감소함에 따라 거의 직선적으로 증가하였다. 버어리 염을 주르한 미국형 담배에서는 tar, nicotine에 비하여 CO의 감소율이 높은 것으로 알려져 있으나<sup>18,19)</sup> 이 연구에서 CO의 감소율이 상대적으로 낮은 것은 황색종 위주의 엽배합 특성에 의한 결과로 판단된다.

담배연기 이행량을 Tip-VR과 Env-VR에 대하여 보면(그림 14) tar와 nicotine의 감소효과는 Tip-VR이 컸고 CO의 경우는 Env-VR이 유리하였다.

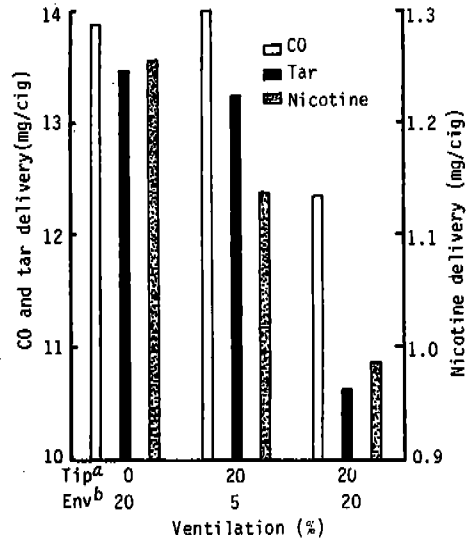


Fig. 14. Comparison of tip ventilation and envelop ventilation on smoke delivery.

<sup>a</sup>Tip ventilation

<sup>b</sup>Envelop ventilation

Owens<sup>16)</sup>과 Sloan<sup>19)</sup>에 의하면 Tip-VR 담배의 결점은 CO/nicotine 값이 높고 nicotine/tar가 낮아 nicotine의 이행을 크게 줄여 각미가 나쁘기 때문인데 charcoal 등의 흡착제를 사용하거나 켈런지 기공도를 높임으로서 위 비율을 조절할 수 있다.

이 연구에서 Env-VR담배의 nicotine/tar ( $\times 100$ )와 CO/nicotine 값은 각각 16.7, 11.0 이었고 Tip-VR 담배에서 위의 두 비율이 각각 9.1, 12.3 으로 나타난 것은 Owens와 Sloan 등의 보고와 같은 결과이지만 Env-VR과 Tip-VR을 조합했을 때는 위의 두 비율이 12.5, 11.8 이 되어 Tip-VR담배의 결점이 보완된 것을 알 수 있다.

Baker<sup>17)</sup>와 Owens<sup>18)</sup>도 켈런지 기공을 높이면 흡연시 산소의 공급과 연기의 확산이 증가하고 질소 등 영구기체의 확산과 연소율을 증가시켜 주로 분자량이 44~82 인 저분자 화합물, 특히 알데히드류의 감소효과가 크다고 하였으며 연기확산은 방사상 확산, 켈런지 기공을 통한 확산, 켈런지 표면확산 등을 통해 일어나는데, CO의 감소는 미세기공을 통한 VR과 확산으로 산



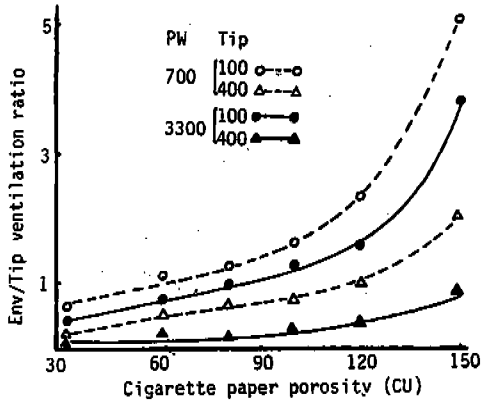


Fig. 15. Effect of cigarette paper porosity on Env/Tip ventilation ratio.

소공급을 돕기 때문에 연소가 빠르게 된다. 또한 CO의 감소율은 VR에 의한 것이 10%이고 확산에 의한 것이 40%로서<sup>1)</sup> CO이행량을 줄이기 위해서는 Tip-VR보다 Env-VR이 효과적인 임을 알 수 있다.

따라서 이미 지적한 바와 같이 Env-VR담배에서는 권지의 길이에 따른 VR과 UPD의 차가 심한 결점이 있었으나 담배의 UPD를 개선할 수 있고 CO등 유해연기의 감소율이 높은 장점이 있다.

결과적으로 담배의 UPD 등 물성개선, CO이행량감소, 담배길이에 의한 VR 및 UPD 변화를 고려하면 Tip-VR과 Env-VR의 평형이 필요하게 된다. 이 평형을 유지하는 방법으로 재료를 조합(그림 4와 15)하게 되는데 Total-VR 24% 수준에서는 톱페이퍼 기공도가 100 cu이고 필터권지 기공도가 700 cu일 때에는 권지 기공도가 60 cu가 되어야 하며, 톱페이퍼 기공도와 필터권지 기공도가 각각 100cu, 3300 cu이면 권지 기공도는 80cu가 필요하다. 또 Total-VR이 높은 경우 Tip-VR이 18%와 30%일 때는 권지 기공도가 각각 120 cu와 150 cu에서 평형이 이루어진다. 이와 같이 Tip-VR과 Env-VR이 평형이 되면 Env-VR에 의한 결점이 보완되어 담배길이에 따른 VR과 UPD의 변화를 줄이고 nicotine/tar 값을 높여 적미로 개선된다. 또한 흡연횟수가 많아지고 UPD

가 낮아지는 Tip-VR담배의 결점도 보완할 수 있다.

## 결론

톱페이퍼, 필터권지 및 권지를 기공도 별로 조합하여 담배를 제조하고 담배의 물성과 연기 회색 효과를 연구하였다.

권지 기공에 의한 Env-VR담배는 Tip-VR시 보다 UPD 감소가 적었다.

권지 기공도가 높을수록 Tip-VR에 의한 UPD 변화를 줄일 수 있었다.

Tip-VR은 담배의 길이가 짧아져도 UPD 및 VR의 차가 적었으나 Env-VR담배는 그 차가 매우 컸다.

Env-VR담배는 Tip-VR시 보다 nicotine/tar ratio가 높고 CO/nicotine ratio가 낮았다.

Tip-VR담배는 tar, nicotine의 이행량 감소가 크나 CO이행량 감소는 Env-VR이 효과적이었다.

이상과 같은 결과로부터 Tip-VR과 Env-VR을 조합하므로써 각각의 단점을 보완할 수 있었다.

## 참고 문헌

1. Baker, R.P., Beitr. Tabakforsch, 9(3):131 (1970).
2. Baskevitch, N., Taback Journal Int. 4:304 (1981).
3. Celanese, WSP 5, 14, Filter ventilation, 5 (1983).
4. Coresta standard method, No. 10 (1968).
5. Coresta standard method, No. 3 (1975).
6. DeBardleben, M.E., W.E. Clafin, and W.F. Gannon, 32nd T.C.R.C., 4:85 (1978).
7. Durocher, D.F., 38th T.C.R.C., 10:52 (1984).

8. Halter, H.M. and T.I. ITO, 32nd T.C.R.C., 4:112 (1978).
9. Keith, C.H., "Banburg report 3, A safe cigarette", Cold Spring Harber Lab., 225 (1980).
10. 김성한, 이근희, 이영택, 양광규, 한국연초학회지 6(1):79(1984).
11. Landvay, A.T. and T.S. Laszlo, Beitr. Tabakforsch, 7(5):276 (1974).
12. 이근희, 김성한, 심철호, 양광규, 한국연초학회지 5(2):77 (1983).
13. Norman, V., Beitr, Tabakforsch, 7:282 (1974).
14. Norman, V., 36th T.C.R.C., 8:141 (1982).
15. Owens, Jr., W.F., 32nd T.C.R.C., 4:3 (1978).
16. Parker, J.A., Beitr. Tabakforsch, 10 (1979).
17. Repbaer, D.E., Madison avenue, 61-73 (1982).
18. Selke, W.A. and J.H. Mattew, Beitr. Tabakforsch, 9(4): 9 (1978).
19. Sloan, C.H., Tob. Sci. 21:57 (1977).
20. Terahara, A., A. Tamaoki and Y. Kitamura, Jap. Mone, Corp. Cent. Res. Inst. Sci., 108:169 (1966).
21. Terahara, A., K. Takeda and K. Noguchi, Jap. Mono. Corp. Cent. Res. Inst. Sci., 120:41 (1978).