

잎담배 조성과 연기성분과의 관계

김 정 옥 · 박 경 희* · 박 은 수**

한국연초연구소 화학분석부, 궤연과학부*, 제조부**

(1979. 8. 30 접수)

Correlation between Tobacco Leaf and Smoke Compositions

Jeung Ok Kim, Kyung Hee Park* and Eun Soo Park**

Lab. of Chemical Analysis, Korea Tobacco Research Institute, Seoul, Korea

Lab of Smoking Science,* and Lab of Manufacturing**

Korea Tobacco Research Institute, Seoul, Korea

(Received Aug. 30, 1979)

초 록

1978년 우리나라에서 경작한 잎담배 Flue-cured 와 Burley 의 조성 및 권련 연기중의 dry condensate 와 nicotine 과의 상관성을 조사하고 dry condensate 와 nicotine 의 량을 추정할 수 있는 방정식을 얻었다.

$$Y_{FT} = 0.816 + 4.638 X_1 + 0.346 X_2 \dots\dots\dots (1)$$

$$Y_{BT} = 0.235 + 0.884 X_3 - 0.088 X_4 \dots\dots\dots (2)$$

$$Y_{FN} = 0.015 + 0.090 X_5 + 0.476 X_1 \dots\dots\dots (3)$$

$$Y_{BN} = -0.026 + 0.101 X_3 - 0.006 X_4 \dots\dots\dots (4)$$

Y_{FT} : Flue-cured 사용 권련 연기중 dry condensate (mg/cig.)

Y_{BT} : Burley 사용 권련 연기중 dry condensate (mg/cig.)

Y_{FN} : Flue-cured 사용 권련 연기중 nicotine (mg/cig.)

Y_{BN} : Burley 사용 권련 연기중 nicotine (mg/cig.)

X_1 : Flue-cured 잎담배 중의 total alkaloid (%)

X_2 : Flue-cured 잎담배 중의 crude ash (%)

X_3 : Burley 잎담배 중의 alcohol benzene extract (%)

X_4 : Burley 잎담배 중의 crude ash (%)

X_5 : Flue-cured 잎담배 중의 hexane extract (%)

이 식에서 추정된 값과의 표준편차는 식(1) ± 3.16, 식(2) ± 1.94, 식(3) ± 0.35, 식(4) ± 0.33 이었다. 연기중의 nicotine 과 dry condensate 사이에는

$$Y_{FN} = 0.274 Y_{FT} - 3.259 \dots\dots\dots (5)$$

$$Y_{BN} = 0.249 Y_{BT} - 2.093 \dots\dots\dots (6)$$

였으며 표준편차는 각각 ± 0.061 과 ± 0.152 이었다.

Abstract

Chemical compositions of Flue-cured and Burley tobacco leaf and smoke were analyzed to find out simple correlation between compositions. Based on the simple correlation (r) data, four regression equations were obtained for dry condensate and nicotine in smoke as follows,

$$Y_{FN} = 0.816 + 4.638X_1 + 0.346X_2 \dots\dots(1)$$

$$Y_{BT} = 0.235 + 0.884X_3 - 0.088X_4 \dots\dots(2)$$

$$Y_{FN} = 0.015 + 0.090X_5 + 0.476X_1 \dots\dots(3)$$

$$Y_{BN} = 0.026 + 0.101X_3 - 0.006X_4 \dots\dots(4)$$

- where Y_{FT} : dry condensate (mg/cig.) in cigarette smoke of Flue -cured
- Y_{BT} : dry condensate (mg/cig.) in cigarette smoke of Burley
- Y_{FN} : nicotine contents (mg/cig.) in cigarette smoke of Flue -cured
- Y_{BN} : nicotine contents (mg/cig.) in cigarette smoke of Burley
- X_1 : total alkaloid contents (%) of Flue -cured
- X_2 : curde ash contents (%) of Flue -cured
- X_3 : alcohol-benzene extract contents (%) of Burley
- X_4 : curde ash contents (%) of Burley
- X_5 : hexane extract content (%) of Flue -cured

Standard deviation for regressions equations were obtained respectively, equation (1), ± 3.16 ; equation (2), ± 1.94 ; equation (3), ± 0.35 ; equation (4) ± 0.33.

Regression equations between dry condensate and nicotine contents in cigarette smoke were also obtained in the forms of equation (5) and (6)

$$Y_{FN} = 0.274Y_{FT} - 3.259 \dots\dots(5)$$

$$Y_{BN} = 0.249Y_{BT} - 2.094 \dots\dots(6)$$

Standard deviations, ± 0.061 and ± 0.152 , were obtained for regression equation(5) and (6) respectively.

서 론

담배연기성분을 내용성분과 관련시켜 상관성을 조사한 연구로서 Yosida(12)는 잎담배중 nicotine, total nitrogen, alcohol extract, hexane extract, acetone extract, hot water extract residue 는 연기중 dry condensate 의 량과 1%~5% 수준에서 유의성이 있음을 밝혔고 이들 성분이 dry condensate 와 상호 밀접한 관계가 있음을 시사했다. Shiro (10) 역시 Flue-cured, Burley 와 재래종을 대상으로 alcohol-benzene extract 의 8 항목에 대한 잎담배 내용성분과 연기중 dry condensate 와의 상관성을 조사하고 그중 유의성이 높은 crude ash 의 량과 잎담배중 nicotine 의 량으로 연기중 dry condensate 의 량을 추

정할 수 있는 회귀방정식을 구하였다. 이들 보고 (10,12)에 의하면 연기중 dry condensate 나 nicotine 의 량은 잎담배의 종류 (11),엽분 (13), 산지 (1), 건조방법 (11,13), aging (14), 적실 (16)에 따라 달라질 수 있음을 지적하고 있어서 조성을 기준으로 구한 회귀방정식의 일반성이 극히 제한적임을 알수 있다.

따라서 본 연구는 국내산 잎담배 Flue-cured 와 Burley 에 대하여 Shiro 와 Yoshida 의 실험결과에서 밝혀진 바 있었던 연기중 dry condensate 와 상관성이 높은 alcohol-benzene extract 의 10가지 내용성분을 분석하고 잎담배 내용성분과 연기중 dry condensate 및 nicotine 과의 상관성을 구하여서 그중 상관성이 높은 몇가지 성분을 기준으로 연기중 dry condensate 와 nicotine 의 추정식을 구하고자 하였다.

Table 1. Types and Growths Included

Varieties		Sites	No. of Samples
Flue - cured	Hicks	Cheungju, Yeongweol, Andong	18
	Va. 115	Suweon, Yeongweol	12
	P. Y.	Jinju	6
	S.C.- 72	Suweon, Chungju, Daejeon	18
	By - 4	Daejeon	6
	Y. S. A.	Suweon	6
	Y. P.	Suweon	6
	N.C.- 2326	Cheongju	6
	S.P.G.- 33	Cheongju	6
Burley	Br. - 21	Namweon, Yesan, Mogpo	18
Native	Hyangcho	Yeongweol	4
	Sohyang	Yeongweol	2

실 험

잎담배 시료는 1978년 우리나라에서 경작한 Flue-cured, Burley, 재래종 잎담배를 Table 1에서 보는 바와 같이 후엽 1, 3, 5등과 박엽 1, 3, 5등을 안동, 청주, 영월, 수원, 대전, 남원, 목포지구에서 선별 수집하였다. 잎담배 등급은 수납 과정에서 사정된 것을 본 연구소에서 재 사정하여 각 3kg을 취하였다.

잎담배 분석 시료는 주맥(stem)을 제거한 후 사용하였으며 시료 조제는(5) 60°C 이하에서 건조하고 분쇄기를 사용하여 지름 1mm 이하로 분쇄한 다음 건조기 온도 80°C ± 2°C에서 3시간 동안 건조하였다. 연기 성분분석 시료는 각쪽 0.7mm의 각초를 권주 25mm, 길이 70mm로 권상한 다음 20°C 상대습도 60%의 조화실에서 48시간 이상 조화한 것을 사용하였다.

권상기는 cigarette making machine (San Jo machine works 1960)를 사용하여 단엽 권상하였다.

꺾연 장치는 automatic smoking machine (Philip Morris)을 사용하여 puff volume 35 ± 0.3ml, puff duration 2 ± 0.2 sec, puff frequency 1puff/60s의 조건으로 꺾연하였다. 이의 (spectrophotometer는 Beckman Du-2를 사용하였다.

잎담배 조성파와 연기성분의 분석은 다음과 같이 조작하였다.

hexane extract (12)는 건조분말 시료 2g을 soxhlet 추출 장치의 원통 거름종이(cylindrical filter paper)에 넣고 hexane 200ml를 가하여 10시간 추출한다. 추출이 끝난 뒤 hexane을 증류 분리하고 정확하게 달아서 건조분말 시료에 대한 추출물의 함량을 구한 다음 건조분말 시료의 수분함량을 측정하여 대진물(dry base)에 대한 추출물의 양을 구하였다.

alcohol-benzene extract (10, 12)는 분말 시료 10g을 soxhlet 추출 장치의 원통 거름종

이에 넣고 alcohol-benzene (1:2) 혼합용매 200ml를 가하여 10시간 추출한다. 추출이 끝난 뒤 사용한 혼합용매를 증류 분리하고 추출물을 80°C에서 3시간 동안 건조시킨 다음 추출물의 무게를 달아서 분말시료에 대한 함량을 구한다. 별도 시료로 구한 수분값으로 보정하여서 대진물량에 대한 값을 구하였다.

acetone extract (12)는 용매를 acetone으로 하여서 hexane extract 실험방법과 같이 조작하고 수분량을 보정하여 구하였다.

hot water extract (12)는 alcohol-benzene으로 추출하고 남은 찌꺼기(residue) 2g에 100ml의 물을 넣고 1시간 가열한 뒤 걸러서 물로서 씻는다. 이 수용액을 증발 건조시키고 칭량한 뒤 시료중의 수분을 보정하여 구하였다.

hot water extract residue (12)는 열수에 의해 추출하고 남은 찌꺼기를 말려서 구하였다. 이때에도 별도로 구한 시료중의 수분값을 보정한다.

ether extract (6)는 시료 5g을 정확히 칭량하여 soxhlet 추출 장치의 원통 거름 종이에 넣고 ethy ether 200ml를 가하여 16시간 동안 추출하고 용매를 증류 분리한 다음 건조시켜서 칭량한 후 추출된 양을 구하였으며 수분의 값을 보정하여 구하였다.

total alkaloid (17)는 시료 0.5~1g을 증류 플라스크에 넣고 수증기 증류한 후 유출액을 spectrophotometer를 사용하여 파장 236, 259, 282 nm에서 흡광도를 측정하고 다음식에서 total alkaloid를 구하였다.

$$\text{total alkaloid (\%)} = \frac{D'_{259}}{* 34.3} \times \frac{200}{100} \times \frac{100}{1000} \\ \times \frac{100}{\text{sample (g)}} \\ = \frac{\{D_{259} - \frac{1}{2}(D_{236} + D_{282})\} \times 0.06175}{\text{sample (g)}} \times 100$$

D'_{259} : 보정한 259nm의 흡광도

D_{259} : 1.059($D_{259} - \frac{1}{2}(D_{236} + D_{282})$)

D 259 : 259 nm 의 흡광도 (실측)

D 236 : 236 nm 의 흡광도 (실측)

D 282 : 282 nm 의 흡광도 (실측)

※ 0.05N 염산용액 1 l 중에 1g 의 니코틴 용액의 흡광도

total nitrogen (3, 8)은 시료 0.4g 을 키엘 달 플라스크(Kjeldahl flask)에 넣고 copper sulfate 와 potassium sulfate 혼합분말 (1 : 9) 약 5g 와 sulfuric acid 약 10ml 를 가하여 분해 시킨 다음 수증기 증류한다. 15 분간 증류를 하고 유출액에 의해 중화가 되고 남은 과잉의 sulfuric acid 용액에 methyl red, methylene blue 혼합시약을 가한 후 sodium hydroxide 표준용액으로 적정하여 전질소값을 구하였다.

crude ash (9)는 시료 2g 을 자체 도가니에 넣고 약 350°C 의 전기로에 넣어 가열한 후 550°C ± 30°C 에서 2 시간 동안 회화한다. 메시케타에서 식힌 다음 남은 회분의 무게를 달아서 crude ash 로 하였다.

crude fiber (4)는 시료 2g 을 1 l 삼각플라스크에 넣고 1.25% sulfuric acid 200ml 를 가하여 30분간 끓인 다음 거른다. (Toyo No 5C) 거름종이와 찌꺼기를 1 l 삼각플라스크에 넣고 1.25% sodium hydroxide 200ml 를 가하여서 30분간 끓인 뒤 거른다. 거름종이와 찌꺼기를 자체도가니에 담아 건조기에서 건조시킨 뒤 칭량한 후 전기로에서 550°C ± 30°C 에서 2 시간 회화하여 다시 무게를 달아 무게 차이를 crude fiber 로 하였다.

total sugar (1)는 시료 1g 을 마개가 달린 삼각플라스크에 정확히 달아서 취하고 탈염수 (dechlorinated water) 를 정확하게 100 ml 를 가하여 약 20분간 섞인 다음 걸러서 거름 용액을 시료용액으로 한다.

이 시료용액을 autoanalyzer (Technicon Instruments Corporation)에서 발색시약으로 0.046%의 potassium ferric cyanide {K₃Fe(CN)₆} 용액과 1% potassium cyanide 용

액을 사용하여서 파장 420 nm 에서 흡광도를 측정한다. 별도로 total sugar 의 농도를 알고 있는 표준액의 흡광도를 시료용액과 함께 측정하여 검량선을 작성하고 이 검량선을 기준으로 측정 한 시료용액의 흡광도에서 total sugar의 량을 구하였다.

연기중 dry condensate (2)는 시료를 20°C 상대습도 60 ~ 65%인 조화실에서 48시간 조화하고 흡인저항 (pressure drop) 60mm. H₂O ± 5, 평균중량 ± 20mg 이내의 것을 선별한 다음 10본의 시료를 smoking machine 에서 직연시켰다. 연기를 포집한 Cambridge filter 의 무게에서 T.P.M.의 양을 구하고 연기중 nicotine 과 수분함량을 측정하여 dry condensate 를 구하였다. 이때 수분함량은 자동수분 측정기 (automatic aquatrator; Precision Scientific)에 의해 적정하여 구하였다.

연기중 nicotine (3)은 dry condensate 를 측정할 때와 같은 조건으로 직연하고 연기를 포집한 Cambridge filter 2개를 methanol 을 넣은 250ml 눈금플라스크에 넣고 24시간 두었다가 수증기 증류한다. 이 증류액은 잎담배의 nicotine 을 분석할 때와 같이 spectrophotometry 에 의해 연기중의 nicotine 을 구하였다.

결과 및 고찰

Flue-cured의 연기중 dry condensate 와 상관성이 높은 잎담배의 내용성분은 Table 2 에서 보는 바와 같이 total alkaloid, hexane extract, crude ash 이다. total alkaloid 와 hexane extract 는 0.1~1% 수준에서 (+) 상관관계가 있고 crude ash 는 1% 수준에서 (-)의 상관관계가 있다.

Burley 는 연기중 dry condensate 와 상관성이 높은 잎담배의 내용성분은 alcohol -benzene extract, hot water extract, hot water extract residue, crude ash로서 alcohol

benzene extract, hot water extract, hot water extract residue 는 1% 수준에서 (+) 을 수 없으며, 오히려 alcohol benzene extract 와 상관성이 높은 것을 볼수 있다. Yosh-

Table 2. Correlation Coefficients between Dry Condensate and Chemical Compositions of Flue-cured and Burley Tobacco Leaf

Chemical compositions Varieties	Hexane ext. (%)	Alc. -Benzene ext. (%)	Acetone ext. (%)	Hot water ext. (%)	Residue (%)
Flue-cured (mg/cig.)	0.362* (n=75)	-0.290 (n=75)	0.218 (n=75)	-0.183 (n=75)	0.182 (n=75)
Burley (mg/cig.)	0.395 (n=17)	0.718** (n=18)	0.294 (n=17)	-0.632** (n=17)	0.632** (n=17)

Ether ext. (%)	Total alkaloid (%)	Total nitrogen (%)	Crude ash (%)	Crude fiber (%)	Total sugar (%)
-0.045 (n=29)	0.671*** (n=75)	0.032 (n=75)	-0.496** (n=29)	0.017 (n=75)	0.010 (n=22)
0.254 (n=10)	0.151 (n=14)	0.124 (n=17)	-0.593* (n=12)	-0.495 (n=10)	0.091 (n=10)

significance level * : 0.05

** : 0.01

*** : 0.001

상관관계가 있으며 crude ash는 1~5%수준에서 (-) 상관관계가 있다.

Shiro (10)는 Flue-cured 와 Burley 잎담배에 대해 같은 시험을 하고 두 품종 모두 잎담배중의 total alkaloid와 crude ash가 dry condensate 와 상관성이 있음을 보였지만, 본 연구에서는 Flue-cured 만이 total alkaloid 와 crude ash 간에 유의성이 인정되었고, Burley 품종은 total alkaloid와는 유의성을 찾

ida (12)의 연구보고에 의하면 산지의 환경조건과 재배 방법에 따라 이들 사이의 상관성이 다를수 있다고 지적한 바 있지만 이 문제는 Flue-cured 와 Burley 중에 함유되어 있는 alkaloid 와 다른 성분들이 열분해되는 과정의 메카니즘이 다를 것으로 추측되며, 자세히 밝혀지지 않는 것이다.

따라서 앞으로 보다 구체적인 연구가 있어야 할 것으로 보인다. 그리고 Burley 의 조성

중 hot water extract와 hot water extract residue가 dry condensate와 높은 상관성을 보이면서 부호가 반대인 값을 가지고 있는데 이는 alcohol-benzene extract residue를 hot water에 의해 추출하고 남은 찌꺼기(residue)의 양을 hot water extract residue의 값으로 하였기 때문에 한 값이 상관성을 가지면 다른 한 값은 부호가 다르면서 같은 값을 가지는 상관성을 보인 것이라고 할 수 있다.

따라서 이 세가지 값이 집약된 변수는 alcohol-benzene extract의 값이 됨으로 Burley에서 dry condensate의 값과 상관성이 있는 조성은 alcohol-benzene extract와 crude ash라고 할수 있다.

상관성이 큰 내용성분의 값으로 dry condensate의 값을 산출할 수 있는 추정방정식을 구한 결과 식(1)과 식(2)와 같았다.

Flue-cured 일담배에 대한 dry condensate의 값(mg/cig.) Y_T 는

$$Y_T = 0.816 + 4.638 X_1 + 0.346 X_2 \dots\dots\dots(1)$$

X_1 : total alkaloid (%)
 X_2 : crude ash (%)

이었다.

Flue-cured 일담배에 대한 Yoshida (12)의 추정식을 보면

$$Y = 43.91 + 2.14 X_1 - 1.79 X_2 \dots\dots\dots(1)'$$

Y : dry condensate의 추정값 (mg/cig.)
 X_1 : total alkaloid (%)
 X_2 : crude ash (%)

으로서 Yoshida가 구한 식(1)'에서도 total alkaloid와 crude ash의 값으로 dry condensate의 값을 추정하였다.

Burley 일담배에 대한 dry condensate의 값 (mg/cig.) Y_{BT} 는

$$Y_{BT} = 0.235 + 0.884 X_1 - 0.088 X_2 \dots\dots\dots(2)$$

$$X_1 : \text{alcohol-benzene extract (\%)} \\ X_2 : \text{crude ash (\%)}$$

이었다.

Burley에 대한 Yoshida의 추정식(2)'을 보면

$$Y = 48.48 + 2.53 X_1 - 1.61 X_2 \dots\dots\dots(2)'$$

Y : dry condensate (mg/cig.)
 X_1 : total alkaloid (%)
 X_2 : crude ash (%)

였는데 상관성 분석에서 언급한 바와 같이 식(2)'의 total alkaloid의 값 대신에 식(2)에서는 alcohol-benzene extract의 값을 사용하였다.

연기중 nicotine과 상관성이 높았던 Flue-cured 일담배의 조성은 table 3과 같으며 이 표에서와 같이 hexane extract, total alkaloid가 0.1% 수준의 고도의 상관성이 있다. Burley의 nicotine과는 hexane extract가 1~5% 수준에서 (+)의 상관관계가 있어서 Flue-cured와 서로 같은 경향이었지만 alcohol-benzene extract, acetone extract, crude ash, crude fiber와는 1% 또는 1~5% 수준에서 상관관계가 있다.

연기중 nicotine의 경우에도 dry condensate의 경우와 마찬가지로 Flue-cured 일담배는 hexane extract와 total alkaloid가 상관성이 있는데 Burley는 total alkaloid와는 상관관계가 나타나지 않았다.

Flue-cured 일담배중의 hexane extract와 total alkaloid로서 구한 연기중 nicotine에 대한 추정식은 식(3)과 같으며 Burley 일담배는 가장 유의성이 컸던 alcohol-benzene extract와 crude ash로 구한 식은 식(4)와 같다.

Flue-cured 일담배에 대한 nicotine의 값 (mg/cig.)은

$$Y_{FN} = 0.015 + 0.090 X_1 + 0.476 X_2 \dots\dots\dots(3)$$

X_1 : hexane extract (%)

Table 3. Correlation Coefficients between Nicotine in Cigarette Smoke and Chemical Compositions of Flue-cured and Burley Tobacco Leaf

Chemical composition Varieties	Hexane ext. (%)	Alc.--Benzene ext. (%)	Acetone ext. (%)	Hot water ext. (%)	Residue (%)
Flue-cured (mg/cig.)	*** 0.596 (n = 75)	0.202 (n = 75)	0.179 (n = 75)	- 212 (n = 75)	0.208 (n = 75)
Burley (mg/cig.)	* 0.514 (n = 75)	** 0.643 (n = 18)	* 0.592 (n = 17)	- 0.432 (n = 17)	- 0.240 (n = 17)

Ether ext. (%)	Total alkaloid (%)	Total Nitrogen (%)	Crude ash (%)	Crude fiber (%)	Total sugar (%)
0.251 (n = 29)	*** 0.946 (n = 75)	0.310 (n = 75)	- 0.210 (n = 29)	0.187 (n = 75)	- 0.242 (n = 22)
0.108 (n = 10)	0.290 (n = 14)	- 0.220 (n = 17)	* - 0.611 (n = 12)	* 0.633 (n = 10)	0.377 (n = 10)

significance level * : 0.05
 ** : 0.01
 *** : 0.001

X_2 : total alkaloid (%)

이었고 Burley 잎담배에 대한 nicotine 의 값 (mg/cig.) Y_{BN} 는

$$Y_{BN} = -0.026 + 0.101 X_1 - 0.006 X_2 \dots\dots (4)$$

X_1 : alcohol benzene extract (%)
 X_2 : crude ash (%)

이다.

연기중의 dry condensate 와 nicotine 과의

상관성을 조사한 결과 Flue-cured 는 0.1 % 수준으로 고도의 유의성이 인정되었으며 Burley 는 1 % 수준에서 유의성이 있었다.

Flue-cured 잎담배의 연기중 nicotine 의 값 (mg/cig.) Y_{FN} 는

$$Y_{FN} = 0.274 Y_{FT} - 3.259 \dots\dots\dots(5)$$

이며 Burley 잎담배중 nicotine 의 값 (mg/cig.) Y_{BN} 는

$$Y_{BN} = 0.249 Y_{BT} - 2.093 \dots\dots\dots (6)$$

이었다.

Table 4는 식(1)~식(6)을 이용하였을 때의 연기중 dry condensate와 nicotine에 대한 표준편차를 표시한 것이다. Flue-cured의 식(1)을 이용할 때의 표준편차는 $\pm 3.16 \text{ mg/cig}$ 으로서 Yoshida가 식(1)'를 이용했을 때의 표준편차 $\pm 3.5 \text{ mg/cig}$ 와 거의 비슷한 값을 보였으며 식(2)를 이용하여 구한 dry condensate의 표준편차는 $\pm 1.94 \text{ mg/cig}$ 인데 비하여 Yoshida의 식(2)'를 이용한 표준 편차는 $\pm 2.4 \text{ mg/cig}$ 였다. 식(2)'는 total alkaloid와

crude ash의 값으로 얻은 식인데 비하여 식(2)는 alcohol-benzene extract와 crude ash의 값에 의해 얻은 식이다. 표준편차 범위를 보면 식(2)'에서 사용한 total alkaloid의 값 대신에 alcohol-benzene extract의 값을 사용할 수 있음을 잘 보여주고 있다.

Flue-cured 일담배중의 hexane extract의 값과 total alkaloid의 값으로 산출한 연기중 nicotine의 표준편차는 $\pm 0.35 \text{ mg/cig}$ 이었으며 Burley 일담배중의 alcohol-benzene extract의 값과 crude ash의 값으로 산출한 표준편차는 $\pm 0.33 \text{ mg/cig}$ 으로 식(3)과 식(4)를 이용했을 때의 표준편차 범위가 극히 작았다. 식(3)에서 구한 추정값과 실측한 값을 plot

Table 4. Linear Formulas for the Estimation of Particulates in Smoke from the Chemical Values of Tobacco Leaf (for Flue-cured and Burley)

X	Y	Regression Equation	n	Standard Deviation (za-zb)
Dry condensate of Flue-cured	Nicotine in Cigarette Smoke of Flue-cured	$Y_{FN} = 0.274 X - 3.259$	61	± 0.061
Dry Condensate of Burley	Nicotine incigarette Smoke of Burley	$Y_{BN} = 0.249 X - 2.093$	13	± 0.152
X_1 : Total Alkaloid (%) X_2 : Curde Ash (%)	Dry condensate of Flue-cured	$Y_{FT} = 0.816 + 4.638 X_1 + 0.346 X_2$	21	± 3.16
X_3 : Alc.-Benzene Ext.(%) X_4 : Crude Ash	Dry condensate of Burley	$Y_{BT} = 0.235 + 0.884 X_3 - 0.088 X_4$	7	± 1.94
X_1 : Hexane Ext. (%) X_2 : Total Alkaloid	Nicotine in Smoke of Flue-cured	$Y_{FN} = 0.015 + 0.090 X_1 + 0.476 X_2$	59	± 0.35
X_3 : Alc-benzene Ext (%) X_4 : Crude Ash (%)	Nicotine in Smoke of Burley	$Y_{BN} = -0.026 + 0.101 X_3 - 0.006 X_4$	8	± 0.33

* @: Estimated value

Ⓛ: Observed value

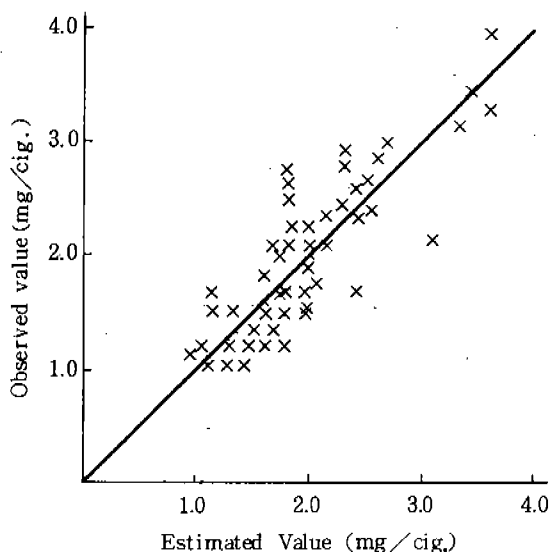


Fig. 1. Plot of observed value and estimated value of nicotine in cigarette smoke (eq. 3)

한 결과 표준편차가 0인 $y=x$ 선상에 모든점이 접근하고 있음을 Fig.1에서 볼수 있다.

연기중 dry condensate 함량으로 연기중 nicotine 을 추정하였는데 식(5)와 (6)을 이용하였을 때 표준편차는 각각 ± 0.061 과 ± 0.152 이다.

참고 문헌

1. CORESTA Standard method No. 20

(1968)
 2. CORESTA Standard method No. 10 (1968)
 3. CORESTA Standard method No. 12 (1968)
 4. Kim Chan Ho, 담배성분 분석법, 한국연초 연구소 1st ed., p. 85 (1979)
 5. Kim chan Ho, ibid., p. 9 (1979)
 6. Kim chan Ho, ibid., p. 88 (1979)
 7. Kim chan Ho, ibid., p. 32~34 (1979)
 8. Official method of Analysis of the A.O.A.C 7th ed., p. 13 (1950)
 9. Official methods of Analysis of the A.O.A.C 9th ed., 284 (1960)
 10. Shiro Sugawara, Urako Kobashi, Shigeru Eda and Seita Ando, 秦野たばこ試報, 113 : 89-97 (1971)
 11. 高橋助, 作物試験法, 281, 農業技術協會
 12. Yoshida Daisuke, 秦野たばこ試報, 68 : 9~18 (1970)
 13. Yoshida Daisuke, ibid., 67 : 97~104 (1970)
 14. Yoshida Daisuke, ibid., 63 : 17~20 (1969)
 15. Yoshida Daisuke and Akico Mirato, 秦野たばこ試報, 63 : 21~24 (1969)
 16. Yoshida Daisuke, ibid., 63 : 25~33 (1969)