

韓國在來式 간장 香氣의 가스 크로마토 그래피 패턴과 官能檢査의 統計的 解析

金鍾奎 · 張重奎 · 李富權*

慶尙大學校 農科大學 食品加工學科 · *自然科學大學 電算統計學科

Statistical Analysis for Relationship between Gas Chromatographic Profiles of Korean Ordinary Soy Sauce and Sensory Evaluation

Jong-Kyu Kim, Jung-Kyu Chang and Bu-Kwon Lee*

Department of Food Science and Technology, and *Department of Computer Science and Statistics,
Gyeongsang National University Jinju

Abstract

Flavor components extracted from eighty species of Korean ordinary soy sauce were analyzed by gas chromatography. The relationship between the sensory scores of soy sauce flavor and the gas chromatographic data transformed with variables were analyzed by method of multiple regression analysis. Simple correlation between values of each peak and sensory scores were totally low. The tenth and 12th peak had the highest correlation, 0.331. Determination coefficients of data obtained by transformation of each variables were not significantly different from each other. Flavor of soy sauce was explained about 56% at step 16 in case of stepwise multiple regression analysis of absolute values. The fact that the minimum standard errors of an estimate was found at the 16th step suggests the importance of selecting of independent variables from the whole gas chromatogram together with the results of F ratio. In the contributing proportion of each peak examined, peak 10 and 12 were contributing mainly to the good flavor of soy sauce.

序 論

韓國在來式 간장은 大豆를 原料로 하여 만든 오랜 傳統을 가진 調味食品이다. 韓國在來式 간장에 對한 近代科學的인 研究는 오래전부터 많이 이루어졌다. 韓國在來式 간장의 嗜好性을 增進시키려는 研究로는 韓國在來式 간장의 맛 成分에 관한 研究⁽¹⁾가 있다. 그러나 嗜好性으로 重要한 香氣成分에 관한 研究報告는 없는 事實이다. 日本 간장의 경우 香氣成分에 관한 研究報告는 多數 있다. ⁽²⁾ 韓國在來式 간장의 香氣는 製造過程中 사용한 原料, 加熱 및 熟成 程度, 生育하는 各種 微生物 등에 따라 생기는 많은 香味成分과 이들의 相互作用으로 만들어 지는 것으로 생각된다.

食品의 香氣成分은 거의 비슷한 成分들로 構成되어 있으나 各개 食品들이 香氣는 獨特하다. 이를 밝히기는 香氣成分 同定만으로는 불가능 하나 gas chromatogram 과 官能檢査 성적을 多變量解析을 통해 규명이 가능하게 되었다.⁽³⁻⁵⁾ 本 研究는 韓國在來式 간장의 品質改善과 새로운 製法開發을 目的으로 우선 韓國在來式 간장 香氣成分을 抽出하여 gas chromatography를 한 후 gas chromatographic pattern 상 어느 peak가 어느 정도 韓國在來式 간장향에 기여하는 지를 밝히고자 하였다.

材料 및 方法

材料

韓國在來式 간장을 慶南地域의 일반 가정에서 80種

본 연구는 한국과학재단 연구비에 의하여 이루어진 것임.

Table 1. Questionnaire of score test

Like Extremeley ... (9)	Dislike Slightly ... (4)
Like Very Much ... (8)	Dislike Moderately ... (3)
Like Moderately ... (7)	Dislike Very Much ... (2)
Like Slightly ... (6)	Dislike Extremely ... (1)
Neither Like nor Dislike ... (5)	

Table 2. Transformation of independent variables

Absolute value	Relative value
1. X_i	$X'_{i} = \frac{X_i}{\sum X_i} \times 100$
2. $\ln(X_i + 1.0)$	$\ln(X'_{i} + 1.0)$
3. $\sqrt{X_i}$	$\sqrt{X'_{i}}$

을 購入하여 實驗對象으로 하였다.

官能檢査 및 香氣物質의 調製

韓國工業規格의 官能檢査 一般法⁽¹⁴⁾에 準하여 官能파넬을 선발하였다. 즉, 差異識別法인 2點試驗法과 3點試驗法으로 正答 比率 60% 이상의 파넬을 30名 선발하였으며, 선발된 파넬을 差異識別法으로 訓練시켰다.

간장의 官能檢査에 關於하여 訓練된 30名의 파넬에 의 해 9點法으로 80시료의 간장香에 關於하여 동시에 採點

Table 3. Correlation coefficients (r) between sensory scores and peak quantities (%) from absolute value (Xi)

Peak Number	r	Peak Number	r	Peak Number	r
1	-0.013	16	0.198	31	0.181
2	-0.074	17	0.047	32	-0.131
3	-0.054	18	0.150	33	-0.096
4	-0.094	19	0.017	34	-0.102
5	-0.141	20	0.038	35	-0.002
6	0.199	21	0.026	36	-0.066
7	-0.023	22	0.028	37	0.093
8	0.075	23	0.190	38	0.033
9	0.091	24	-0.030	39	-0.004
10	0.331**	25	0.138	40	-0.142
11	0.051	26	0.082	41	0.010
12	0.331**	27	0.087	42	-0.202
13	-0.152	28	0.063	43	0.009
14	-0.153	29	0.063	44	-0.095
15	-0.002	30	0.088		

** : P < 0.01

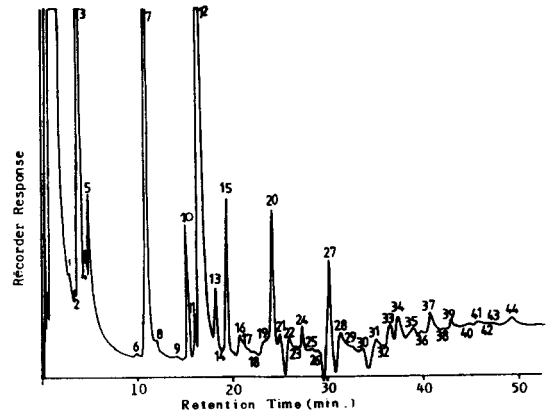


Fig. 1. Gas chromatograms of soy sauce flavor (Soy Sauce No. 78)

하였다. 9點法의 基準은 Table 1과 같다.

Gas chromatographic pattern과 官能檢査 점수와의 關係를 解析하기 爲해 各 시료를 香氣 特征을 가 지고 있는 상태에서 간장 香氣物質을 抽出하였다. 즉, 橫塚 의 方法⁽¹⁷⁾에 따라 capped 원심분리관에 간장 5.0ml를 넣고 NaCl 1.0g과 methyl acetate 2.0ml를 加하여 10분간 試驗管混合機에서 교반한 다음 5℃, 3, 400rpm에서 10분간 원심분리하여 상등액을 주사기로 뽑아내고 하등액에 다시 methyl acetate 1.0ml를 넣어 상기의 조작을 4회 반복하여 methyl acetate 층을 전부 모았 다.

Gas chromatography 分析

抽出香氣成分을 Gas chromatography할때 사용한 기 기는 Shimadzu GC-6AM이었다. 조건은 injector temp를 245℃로 detector temp.를 245℃로 하였고 column은 10% PEG 20M을 충전한 3mm×3m의 Glass column을 이용하였으며 column 온도는 50℃에서 분당 3℃씩

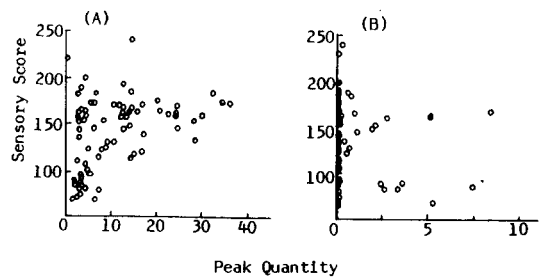


Fig. 2. Sensory scores vs quantities of peak 12 and 42 from relative value (X' i)

A; Peak 12, $12, y = 0.331, Y = 125.00 + 1.65X$
 B; Peak 42, $42, y = -0.202, Y = 147.38 - 4.78X$

Table 4. Multiple regression models computed from the absolute values which are transformed with variables

Peak Number	Xi		ln(Xi+1.0)		√Xi	
	Partial Regression Coefficient	t-Value	Partial Regression Coefficient	t-Value	Partial Regression Coefficient	t-Value
X1	0.4521229D-03	0.368	13.50603	0.920	0.1058336	0.342
X2	-0.5088262D-03	-0.118	-0.2831109	-1.172	0.5324964D-01	0.205
X3	0.2467962D-03	0.133	-0.2046927	-0.045	0.4732784D-01	0.193
X4	-0.4100562D-01	-0.902	-1.739464	-0.463	-0.6479260	-0.689
X5	-0.6138094D-03	-0.081	0.4014736	0.140	-0.8673147	-1.408
X6	0.4261197D-03	0.627	3.079677	1.855	0.1768772	1.420
X7	0.1566094D-02	0.561	3.674576	0.982	-0.1141023D-01	-0.044
X8	-0.3515105D-03	-0.105	0.5449071	0.243	-0.3128939	-1.069
X9	-0.4607551D-02	-0.866	-4.917953	-2.273*	-0.8396987	-2.263*
X10	0.1460410D-02	2.489*	5.214195	1.291	1.558378	2.712**
X11	-0.7492211D-02	-0.410	1.985738	0.426	0.1358541	0.168
X12	0.4201182D-03	3.501**	17.59039	3.045**	0.2334971	4.166**
X13	0.2269426D-03	0.069	2.862800	0.693	0.9172642D-01	0.319
X14	-0.1078803D-02	-0.152	-1.306380	-0.490	-0.2130667	-0.587
X15	0.7975613D-04	0.108	4.316289	0.572	0.1647725	0.938
X16	0.3940708D-03	0.433	9.021867	1.297	0.4431084D-01	0.232
X17	0.2169604D-02	1.247	1.335010	0.814	0.2023123D-01	0.121
X18	0.5668106D-03	1.453	-1.651540	-0.610	0.1098152	0.850
X19	-0.9610758D-04	-0.801	-2.368514	-0.792	-0.3268565D-01	-0.668
X20	0.5907755D-02	1.906	3.281095	1.914	0.4444371	2.209*
X21	0.4108943D-03	0.721	-3.242406	-0.319	0.1170763	0.805
X22	0.2503865D-03	0.199	-1.370835	-0.393	0.1715919	0.789
X23	0.7847714D-03	0.643	-0.2370341	-0.610	0.7704639D-01	0.609
X24	0.1222535D-02	1.003	1.396009	0.318	0.2058255	0.953
X25	0.4681973D-03	0.317	-1.164790	-0.882	0.3835289D-01	0.297
X26	-0.1852587D-02	-0.679	-1.845975	-0.504	-0.2569997	-0.803
X27	-0.1121259D-02	-0.328	22.97219	0.459	-0.9781790	-1.209
X28	0.2280137D-03	0.131	-18.79171	-0.327	1.024805	1.443
X29	0.1037134D-02	0.570	-0.6365653	-0.242	0.3346657	1.436
X30	-0.2532212D-03	-0.155	5.410765	0.978	0.6884479D-01	0.317
X31	-0.1787659D-03	-0.071	10.12178	0.351	-0.5306562	-0.880
X32	-0.1768326D-03	-0.216	-1.941148	-1.016	-0.4896558D-01	-0.356
X33	-0.7359080D-03	-0.481	-3.923477	-2.054*	-0.1104326	-0.666
X34	-0.1213809D-02	-0.753	-1.230258	-0.898	-0.1460969	-1.046
X35	-0.5906604D-04	-0.047	-5.177200	-1.114	0.1328137	0.572
X36	-0.1307512D-02	-0.350	-1.445919	-0.836	-0.3995619D-01	-0.150
X37	0.3119072D-02	1.723	1.639870	1.058	0.2074977	1.136
X38	0.1151254D-02	0.584	1.663526	1.027	0.2163557	1.004
X39	0.5310085D-03	1.062	2.548968	1.434	0.1568832	1.518
X40	-0.2454724D-03	-0.982	0.3968398	0.278	-0.4387465D-01	-0.525
X41	-0.7208149D-03	-0.700	-2.641770	-1.962	-0.1991475	-1.475
X42	-0.1027922D-02	-1.130	-3.944267	-2.550*	-0.2367048	-1.920
X43	-0.8240909D-03	-0.916	-3.216809	-2.603*	-0.2338383	-2.219*
X44	-0.8178438D-03	-0.572	0.2189477	0.159	0.1820780D-01	0.126
Constant	96.78410		-361.1735		19.51676	

R=0.818, R²=0.670 R=0.821, R²=0.674 R=0.848, R²=0.719
 Standard Error=32.32 Standard Error=32.12 Standard Error=29.82
 F=1.61 F=1.64 F=2.03

* P<0.05, t(79;0.05) = 1.994, ** P<0.01, t(79;0.01) = 2.646

165℃ 까지 상승시키며 carrier gas는 N₂ (50ml/min)를 사용하였다.

重回歸分析

Gas chromatogram상의 각 peak의 면적들에 대하여 官能檢査 點數를重回歸分析을 하였다. 즉,

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \epsilon \quad (1)$$

여기서, Y는 官能檢査點數, β₀는 정수, β₁는 편회계수, X_i는 gas chromatogram상의 각 peak, ε은 오차이다.

이상의 式(1)과 같은 方法으로 獨立變數를 6 가지 變數變換을 하여 重回歸分析을 하였다. 여기에 사용된 變數는 각 peak 면적의 값을 Table 2와 같이 變數變換을 하였다.

段階的 重回歸分析

Gas chromatogram상의 모든 peak가 官能檢査 點數에 모두 다 기여하는 지는 매우 애매하다. 실사 그러하다 해도 이 경우 變數 수의 增別는 變數들에 對한 重回歸係數의 信賴度를 떨어뜨릴 것이고 또 전체 重回歸分析

Table 5. Multiple regression models computed from the relative values which are transformed with variables

Peak Number	X'i		ln(X'i+1.0)		√X'i	
	Partial Regression Coefficient	t-Value	Partial Regression Coefficient	t-Value	Partial Regression Coefficient	t-Value
X1	-36.83184	-1.445	-14.24609	-0.611	-10.04555	-0.501
X2	-30.73576	-1.111	-3.071539	-0.109	1.087640	0.062
X3	-42.36667	-1.626	0.2021984	0.008	-18.87440	-1.053
X4	8.666921	0.049	-158.4406	-1.492	-22.18395	-0.342
X5	-41.96231	-1.086	-49.09398	-0.756	-42.41951	-1.085
X6	-34.25192	-1.400	3.788782	0.374	6.164857	0.765
X7	-24.65773	-1.061	10.13518	0.479	13.18235	0.789
X8	-32.54525	-1.263	-6.614471	-0.270	0.5488052	0.030
X9	-39.86681	-1.172	-15.61615	-0.409	-19.84545	-0.778
X10	15.00572	0.333	106.5961	1.880	71.35612	1.712
X11	-41.66729	-0.526	-10.82626	-0.130	18.09850	0.321
X12	-33.58499	-1.357	13.52702	1.202	8.864636	0.321
X13	-41.47624	-1.708	-9.795687	-0.440	-10.14889	-0.523
X14	0.7765908	0.022	24.00669	0.646	11.45738	0.487
X15	-37.04476	-1.490	-4.152613	-0.309	-0.2114204	-0.017
X16	-24.77785	-1.031	20.16153	1.070	14.15925	0.826
X17	-29.26776	-1.127	1.613746	0.105	2.898679	0.235
X18	-49.80238	-1.893	-19.77830	-1.145	-15.35285	-1.048
X19	-34.27634	-1.415	-1.912801	-0.216	-0.2263602	-0.032
X20	-17.27308	-0.614	42.96819	2.263*	37.05810	2.597*
X21	-36.52831	-1.453	-7.545452	-0.563	-1.827183	-0.187
X22	-36.97920	-1.463	2.504254	0.127	6.213866	0.386
X23	-40.90185	-1.608	-2.769427	-0.249	-0.4984901	-0.053
X24	-34.75232	-1.468	1.708131	0.080	8.536056	0.529
X25	-39.83059	-1.594	-6.143564	-0.566	-3.227360	-0.358
X26	-33.48481	-1.141	7.609886	0.299	-2.704312	-0.135
X27	-18.69936	-0.808	-37.97929	-0.333	-40.36003	-0.462
X28	-40.41684	-1.493	2.648619	0.032	13.51681	0.261
X29	-37.68208	-1.402	4.209433	0.194	7.908647	0.436
X30	-42.42777	-1.670	-13.61352	-0.558	-8.307246	-0.391
X31	-30.82694	-1.227	-16.26701	-0.249	-7.881625	-0.203
X32	-40.37272	-1.632	-11.40061	-0.911	-13.00637	-1.381
X33	-40.55310	-1.667	-12.48619	-0.899	-13.12721	-1.150
X34	-39.96915	-1.653	-4.545880	-0.345	-6.374937	-0.659
X35	-33.67536	-1.399	3.616495	0.180	3.171973	0.184
X36	-41.75160	-1.601	-1.616654	-0.065	-1.023945	-0.063
X37	-25.96818	-1.035	5.413915	0.329	4.069501	0.333
X38	-30.86014	-1.266	10.75194	0.587	11.63711	0.836
X39	-32.95250	-1.346	7.769903	0.766	7.471727	0.914
X40	-35.40013	-1.460	-7.069498	-0.752	-6.022670	-0.840
X41	-32.25254	-1.376	-5.124706	-0.379	-6.749983	-0.606
X42	-33.12630	-1.363	-3.824373	-0.333	-4.650008	-0.505
X43	-34.49402	-1.409	-4.854997	0.632	-4.223501	-0.672
X44	-42.09663	-1.706	-12.91652	-1.112	-9.080636	-1.022
Constant	3625.464		248.2882		217.5840	

R=0.828, R²=0.686

Standard Error=31.51

F=1.74

R=0.815, R²=0.664

Standard Error=32.59

F=1.57

R=0.811, R²=0.657

Standard Error=32.93

F=1.53

* P<0.05, t(79; 0.05) = 1.994

자체의 信賴度를 떨어뜨린다. 그래서 여기서는 段階의 重回歸分析을 사용하였다. 分散分析의 F치를 基準으로 變數를 하나씩 導入하여 重回歸 模型에 對한 分散分析을 行하였다. 즉, forward stepwise regression 으로 設定條件은 step 1에 있어서 전체 變數中 F치가 가장

큰 變數를 導入하고, 그 다음에 나머지 變數中 F치가 큰 순서로 導入하였으며 F치가 0.01 이하인 變數는 導入하지 않았다. 또 다른 한가지 方法은 모든 變數들을 獨立變數로 하여 重回歸分析을 하고 이 중 廻相關係數가 가장 낮은 變數를 버리는 backward stepwise reg-

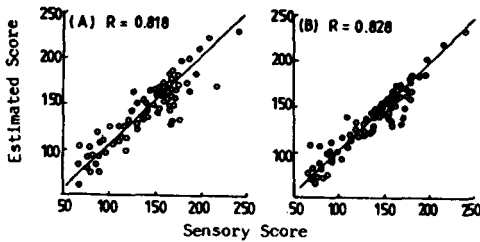


Fig. 3. Sensory scores vs. estimated sensory scores calculated from absolute values (A) and relative values(B)

ression이 있다. 양자의 결과는 언제나 같다. 本 研究에서는 IBM 370 computer system을 이용하여 SPSS package program에 의하여 전자로 逐行하였다.

各 變數의 寄與率⁽¹²⁾

各 獨立變數(Xi)가 전체 기여율(R² × 100) 중에 차지하는 비율을 算出하는 것은 各 peak의 전체 香氣에 對한 重要度를 나타낸다. 기여율(Pi)는 (2)式에 의해 算出된다.

$$P_i = \frac{|\beta_i r_{iy} s_i|}{\sum |\beta_i r_{iy} s_i|} \times 100R^2 \quad (2)$$

여기서, β_i는 偏回歸係數, r_{iy}는 各 獨立變數와 總속변수의 相關係數, S_i는 各 獨立變數의 標準偏着이다.

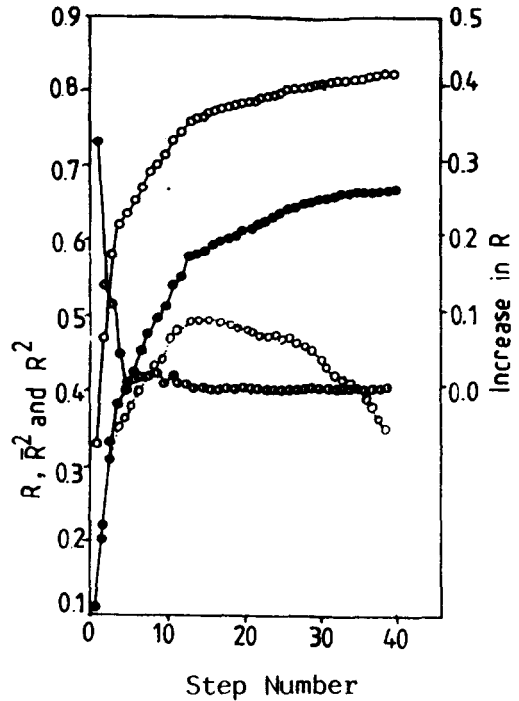


Fig. 4. Multiple correlation coefficient(R), coefficient of multiple determination(R²), adjusted R square(R²-bar) and increase in R at each step
○ - ○ : R, ● - ● : R², ○ ··· ○ : R²-bar
● - ● : Increase in R

Table 6. Stepwise multiple regression models computed at step 16 from the absolute values which are transformed with variables

Xi			ln(Xi+1,0)			√Xi		
Peak Number	Partial Regression Coefficient	t-Value	Peak Number	Partial Regression Coefficient	t-Value	Peak Number	Partial Regression Coefficient	t-Value
X12	0.4420732D-03	5.526**	X12	16.00369	3.978**	X12	0.2283871	6.206**
X10	0.1932085D-01	3.759**	X10	5.586771	3.007**	X10	1.520071	5.730**
X5	-0.1874816D-02	-0.997	X5	-2.680117	-1.651	X5	-0.5332052	-2.729
X18	0.5341183D-03	2.225*	X43	-2.651686	-3.252**	X18	0.1363286	2.259*
X42	-0.1119752D-02	-2.074*	X42	-2.975393	-3.413**	X42	-0.1987324	-2.774**
X37	0.1090480D-02	1.225	X20	3.003250	2.871**	X20	0.4363012	3.595**
X32	-0.7868811D-04	-0.281	X34	-1.480909	-1.769	X4	-1.155503	-2.992**
X11	-0.1616671D-01	-1.559	X16	9.420179	2.820**	X34	-0.1057261	-1.238
X20	0.3819734D-02	2.221*	X40	1.276936	1.472	X7	0.1733115	1.588
X4	-0.3009393D-01	-2.368*	X14	-2.492251	-1.566	X9	-0.6223958	-2.569*
X34	-0.1896769D-02	-2.180*	X41	-2.065121	-2.429*	X43	-0.1464839	-2.153*
X7	0.2366711D-02	1.807	X33	-1.649454	-2.054*	X24	0.1678117	1.897
X40	-0.2573076D-03	-1.608	X9	-3.790341	-2.433**	X8	-0.1958687	-1.439
X38	0.1139844D-02	1.443	X39	2.258217	2.074*	X6	0.1201584	1.475
X28	-0.4192016D-03	-1.233	X6	1.573432	1.586	X39	0.8970082D-01	1.487
X21	0.3337092D-03	1.011	X38	1.360484	1.499	X33	-0.8189266D-01	1.334
Constant	113.5302		Constant	-112.8899		Constant	56.10276	

R=0.770, R²=0.593
Adjusted R²=0.490
Standard Error=26.741
F=5.741**

R=0.774, R²=0.599
Adjusted R²=0.497
Standard Error=26.554
F=5.878**

R=0.804, R²=0.647
Adjusted R²=0.557
Standard Error=24.911
F=7.215**

* P<0.05, F(16, 63; 0.05) = 1.815, **P<0.01, F(16, 63; 0.01) = 2.310
* P<0.05, t(79; 0.05) = 1.994, **P<0.01, t(79; 0.01) = 2.646

Table 7. Stepwise multiple regression models computed at step 16 from the relative values which are transformed with variables

X ⁱ			ln(X ⁱ +1.0)			√X ⁱ		
Peak Number	Partial Regression Coefficient	t-Value	Peak Number	Partial Regression Coefficient	t-Value	Peak Number	Partial Regression Coefficient	t-Value
X12	1.206276	3.042**	X12	21.64882	4.781**	X12	12.50197	4.744**
X10	66.33635	5.133**	X10	115.3517	4.020**	X10	76.62250	5.409**
X32	-3.728742	-3.366**	X38	17.08546	2.346*	X5	-27.64707	-1.908
X5	-11.35085	-1.069	X5	-30.76937	-1.660	X38	12.28145	2.219*
X44	-7.709055	-3.146**	X20	33.91196	3.161**	X20	25.46432	3.190**
X20	23.70773	3.666**	X44	-10.54207	-1.637	X4	-23.90800	-0.670
X25	-2.975147	-1.740	X4	-137.1082	-2.605*	X44	-8.407835	-1.615
X3	-5.540020	-2.855**	X28	-30.03392	-2.246*	X28	-9.425134	-1.152
X40	-1.047844	-1.507	X40	-6.032131	-1.114	X40	-6.735339	-1.828
X34	-4.918476	-1.344	X7	21.08896	1.893	X34	-7.980817	-1.499
X7	5.072358	1.023	X34	-6.212493	-0.893	X7	16.08263	1.804
X39	1.891041	1.613	X42	-6.833884	-1.071	X3	-18.06031	-1.869
X37	6.175297	1.437	X39	8.692446	1.477	X32	-8.100607	-1.559
X33	-2.942857	-1.332	X16	11.34081	1.302	X42	-6.069084	-1.264
X30	-4.441063	-1.333	X18	-8.592370	-0.966	X33	-6.177162	-1.136
X18	-2.936467	-1.091	X11	-46.43346	-0.916	X39	4.602222	1.047
Constant	171.9803		Constant	132.3851		Constant	153.8089	

R=0.778, R²=0.605 R=0.788, R²=0.621 R=0.778, R²=0.605
 Adjusted R²=0.505 Adjusted R²=0.524 Adjusted R²=0.505
 Standard Error=26.346 Standard Error=25.826 Standard Error=26.348
 F=6.033** F=6.439** F=6.031**

*P<0.05, F(16, 63; 0.05) = 1.815, **P<0.01, F(16, 63; 0.01) = 2.310

*P<0.05, t(79; 0.05) = 1.994, **P<0.01, t(79; 0.01) = 2.646

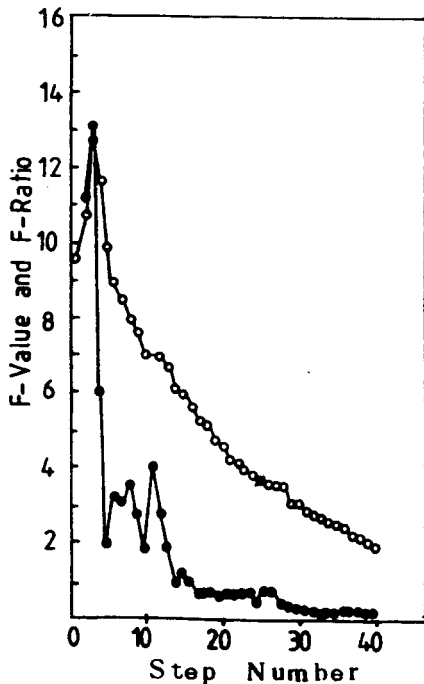


Fig. 5. F-value for entry or removal of variable and F-Ratio for regression model computed at each step
 ● - ● : F-value, ○ - ○ : F-ratio

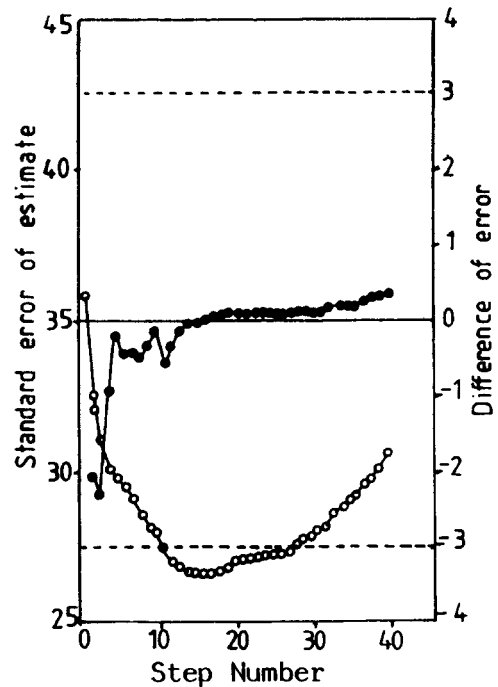


Fig. 6. Changes in standard error of estimate computed for each step
 ○ - ○ : Standard error of estimate
 ● - ● : Difference of error between neighboring two step

結果 및 考察

Fig. 1은 간장 香氣成分을 gas chromatography 로 분석한 것으로, gas chromatogram 상의 peak 1에서

Table 8. Contributing proportion (Pi%) of each peak computed from absolute values (Xi)

Peak Number	Pi (%)	Peak Number	Pi (%)	Peak Number	Pi (%)
1	0.051	16	1.112	31	0.532
2	0.102	17	0.684	32	0.648
3	1.022	18	2.034	33	1.099
4	9.166	19	0.160	34	1.141
5	0.614	20	2.054	35	0.001
6	1.106	21	0.201	36	0.470
7	0.964	22	0.155	37	2.490
8	0.135	23	2.083	38	0.314
9	1.007	24	0.782	39	0.078
10	10.861	25	0.928	40	1.292
11	0.997	26	1.592	41	0.077
12	11.376	27	1.476	42	2.387
13	1.896	28	0.374	43	0.084
14	0.254	29	0.905	44	2.070
15	0.001	30	0.207	Total	66.997

44까지를 獨立變數로 사용 하였다.

絶對値와 官能檢査 점수와의 相關係數를 算出한 結果는 Table 3과 같았다. 絶對値의 경우에 있어서 相關係數는 peak 10과 12번이 0.331로 가장 높았다. 相對値에 있어서도 peak 10과 12번이 相關係數가 높았다. peak 10번과 12번만을 가지고 重回歸分析을 하였을 때 決定係數가 0.222로 전체 간장 香氣의 22.2%를 說明할 수 있었다.

相關係數가 높은 peak 12와 역상관인 peak 42를 각각 官能檢査 점수와의 關係를 비교해 본 結果는 Fig. 2와 같다. Fig. 2에서 보면 간장 香氣의 品質을 단일 peak로 推定하는 것은 매우 어렵고 불가능에 가깝다고 생각된다.

算出된 重回歸 模型에서 絶對値 및 相對値와 이들의 變數變換을 하여 얻은 結果는 Table 4 및 5와 같다. Table 4에서의 絶對値의 경우 各 偏回歸係數를 검정에 의해 調査하면 많은 獨立變數를 包含하고 있음에도 불구하고 重回歸模型은 比較的 多數의 有意를 나타내는 peak가 存在한다. 이는 gas chromatogram의 資料를 絶對値와 이의 變數變換에 의해서는 韓國在來式 간장 香을 說明하는 것이 可能하다는 것을 나타낸다. Table 5에서의 相對値와 이의 變數變換에 의해서는 韓國在來式 간장香을 說明하기가 상당히 어려웠다. Table 4

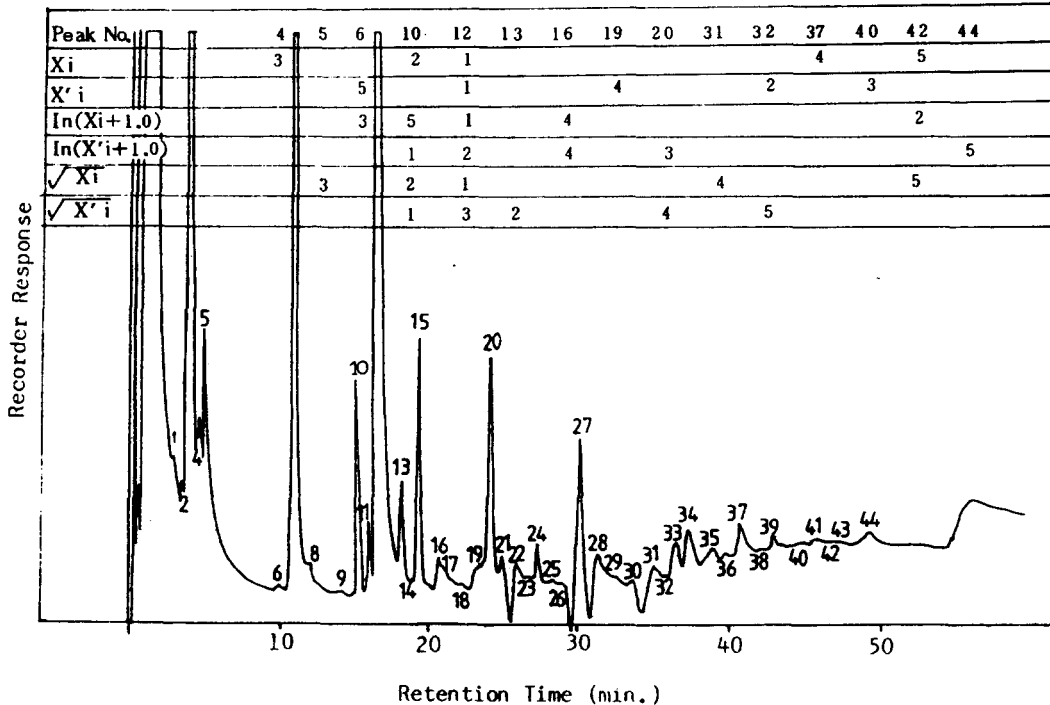


Fig. 7. Order of magnitude of the contributing proportions computed from each of Si × different transformed variables

및 5에서 보면 重相關係數는 變數變換에 있어서도 높은 수치를 나타내었으며 決定係數에서는 0.67 전후의 수치를 나타내었다. 決定係數와 F值를 볼 때 解析程度는 대체적으로 비슷하였다.

重回歸式에서 算出한 推定점수와 官能檢査 점수와의 관계는 Fig. 3과 같다. Fig. 3에서도 gas chromatographic pattern과 重回歸式에서 각 시료의 官能檢査 점수가 推定가능하였다. 段階의 重回歸分析의 각 step에 있어서 算出된 重相關係數(R), 決定係數(\bar{R}^2), adjusted R square (\bar{R}^2), step간의 重相關係數는 Fig. 4와 같았다. 최종 step 40에 있어서는 F值가 0.01 이하인 3, 8, 13, 35를 除外한 獨立變數가 40개인 重回歸式이 算出되었다. Step 1에서는 peak 12번이 도입되었으며, 重相關係數는 0.331이 되었으며 step이 증가할수록 重相關係數는 증가하며 step 4에서 0.6을 넘었다. Adjusted R^2 는 step 16에서 최고 0.0490으로서 변수도입의 重要性을 나타낸다. 決定係數는 step 16에서 약 0.56에 도달하였으며, 이는 step 16에서 전체 간장 香氣 成分의 약 56% 이상을 說明할 수 있다는 뜻이다. 최종 step 40에 있어서 重相關係數는 0.818이었으며, 決定係數는 0.669이었다. 絶對值 및 相對值와 이들의 變數變換하여 算出된 結果는 Table 6 및 7과 같다. 16개의 變數로 구성된 絶對值 및 相對值와 이들의 變數變換하여 얻어진 step 16은 몇몇의 變數를 除外하고는 대부분 有意水準 0.01 또는 0.05에 有意하였다. 重回歸 模型의 F值는 고도로 有意하였다.

變數의 導入 및 除去를 基準으로 한 分散分析의 F值 및 각 step에 있어서 算出된 重回歸式의 F비 變化는 Fig. 5와 같다. F值 및 F비는 step이 증가할수록 減少하는 傾向을 나타내며, 變數除去 基準이하 즉, F치가 0.01이하인 變數는 peak 3, 8, 13, 35등 이었다. 格 step에 있어서 標準推定誤差와 각 step간의 標準推定誤差는 Fig. 6과 같다. 標準推定誤差는 step 1에 있어서 36정도의 값을 나타낸 후 變數의 增加와 아울러 減少하다가 step 16에서 最小值를 나타낸 후, 다시 增加하는 傾向을 볼 수 있었다. 이 結果, 重回歸式中에 變數의 導入은 必要한 情報量의 增大를 가져와 推定程度를 향상시키지만 필요 이상의 많은 變數의 導入은 오차항의 增大에 의해 推定 程度가 低下하는 것을 의미한다.

이와 같은 標準推定誤差의 變動은 양호한 推定程度를 얻기 위해 重回歸式에 導入하는 변수선택을 좌우하는 큰 요인이 된다.

(2)式에 의해 각 peak의 전체 香氣에 대한 相對의 重要度 즉, 絶對值(X_i)에 대한 peak의 기여율을 算出한 結果는 Table 8과 같다. 기여율은 각 變數變換에 있어

서 變動을 나타내며, 各 成分量과 香氣物質과의 관계가 복잡하다는 것을 암시한다.

Fig. 7은 絶對值 및 相對值, 각 變數變換에 있어서의 기여율 1위에서 5위까지의 peak를 gas chromatogram 상에 표시했다. peak 10, 12가 높은 기여율을 나타내며 간장 香氣와의 關係에서 重要한 의미를 가지며 韓國在來式 간장 香氣의 主成分이며 간장 香氣의 양부에 결정적인 역할을 한다고 생각된다.

要 約

간장 80종에서 各各 간장 香氣成分을 용매 추출하여 gas chromatogram을 얻어 이 간장 香氣의 gas chromatogram 상의 자료를 變數變換하고 이와 官能檢査 점수와의 關係를 重回歸分析에 의해 해석하였다. 각 peak值와 官能檢査 점수와의 단일상관은 전체적으로 낮고, 최고의 peak는 10번과 12번으로 0.331이었다. 각 變數變換에 의한 해석 정도는 비슷했다. 단계적 重回歸分析을 행한 結果 絶對值에서는 step 16에서 간장 香氣의 약 56% 이상을 說明할 수 있었다. 段階의 重回歸分析에 있어서 標準推定 誤差는 step 16에서 最小值를 나타냈다. 이것은 F비의 結果와 함께 推定程度에 대해 변수선택의 重要性을 나타낸다. 각 peak에 있어서 기여율을 통해 보면 peak 10, 12번이 韓國在來式 간장 香氣의 양부에 결정적인 역할을 하고 있다고 생각된다.

문 헌

1. 김종규, 김창식: 한국농화학회지, 23, 89(1980)
2. Yokoyuka, T. and Takimoto, K.: *Nippon Nogeikagaku Kaishi*, 30, 66(1956)
3. Nunomura, N., Sasaki, M., Asao, Y. and Yokotsuka, T.: *Agri. Biol. Chem.*, 42, 2123(1978)
4. Nunomura, N., Sasaki, M. and Yokotsuka, T.: *Agri. Biol. Chem.*, 44, 339(1980)
5. Sasaki, M. and Nunomura, N.: *Chem. Soc. of Japan*, 5, 736(1981)
6. 相島鐵郎: 化学と生物, 20, 460(1982)
7. 横塚保, 佐々木正興, 布村伸武, 浅尾保夫: 醸協, 75, 516(1980)
8. Powers, J. J. and Keith, E. S.: *J. Food Sci.*, 33, 207(1968)
9. Bendarczyk, A. A. and Kramer, A.: *J. Food Technol.*, 25, 1098(1971)
10. Dravnieks, A. and Watson, C. A.: *J. Food Sci.*,

- 38, 1024 (1973)
11. Aishima, T. and Nobuhara, A. : *Agri. Biol. Chem.*, **40**, 2159 (1976)
12. Aishima, T. and Nobuhara, A. : *Nippon Nogeikagaku Kaishi*, **51**, 65 (1977)
13. Aishima, T. : *Agri. Biol. Chem.*, **43**, 1935 (1979)
14. Aishima, T., Nagasawa, M. and Fukushima, D. : *J. Food Sci.*, **44**, 1723 (1979)
15. Aishima, T. : *Agri. Biol. Chem.*, **45**, 2847 (1981)
16. Aishima, T. : *Agri. Biol. Chem.*, **46**, 2759 (1982)
17. Aishima, T. : *Nippon Nogeikagaku Kaishi*, **57**, 235 (1983)
18. 공업진흥원 : 한국공업규격KSA-7001 (1976)
-
- (1984년 4월 10일 접수)